

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SEBUKHAS DI DESA BUMI AGUNG
KECAMATAN BELALAU LAMPUNG BARAT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi

Oleh

RATNA JUWITA
NPM : 1311060209

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
2017**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SEBUKHAS DI DESA BUMI AGUNG
KECAMATAN BELALAU LAMPUNG BARAT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dan Memenuhi Syarat-syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi

Oleh

RATNA JUWITA
NPM : 1311060209

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
Pembimbing II : Nurhaidah Widiani, M.Biotech

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
2017**

**KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SEBUKHAS DI DESA BUMI AGUNG
KECAMATAN BELALAU LAMPUNG BARAT**

(Sebagai Alternatif Sumber Belajar pada Konsep Ekosistem SMA Kelas X Semester II)

Oleh

Ratna Juwita

ABSTRAK

Air sungai sebagai habitat air tawar membentuk ekosistem dengan organisme yang hidup di dalamnya. Salah satu organisme di perairan adalah bentos. Penggunaan bentos terutama makrozoobentos sebagai indikator kualitas biologi perairan bukanlah merupakan hal yang baru. Karena beberapa sifat hidup hewan makrozoobentos memberikan keuntungan untuk digunakan sebagai indikator biologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis makrozoobentos serta mengetahui kualitas air sungai Sebukhas di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau dengan didasarkan pada makrozoobentos sebagai bioindikator. Khususnya pada materi Ekosistem SMA kelas X semester II. Adapun penelitian ini adalah penelitian dengan menggunakan deskriptif kuantitatif yakni mendeskripsikan dan analisis data dengan menghitung parameter fisika, kimi, dan biologi serta menghitung nilai indeks keanekaragaman, kemelimpahan dan indeks dominansi.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan nilai parameter fisika, kimia, dan biologi yang diperoleh mengindikasikan bahwa sungai Sebukhas di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat ini tergolong tercemar. Adapun kisaran suhu yang terukur 24-25°C, kecepatan arus 5,7-4,2 m/s, pH 6,55-7,35, BOD dengan kisaran 6,36-6,50 mg/l, COD dengan kisaran 11,63-12,86mg/l, dan TSS dengan kisaran 8,7-18 mg/l. Hasil parameter fisika dan kimia menunjukkan bahwa satu dari enam parameter yang diukur berada diatas Buku Mutu PP No. 82 tahun 2001 yaitu nilai BOD sehingga sungai Sebukhas dikategorikan tercemar ringan, sedangkan dari hasil parameter Biologi didasarkan pada individu yang didapat yakni *Gammarus* sp dan *Hirudo* sp termasuk kategori tercemar sedang. Sementara pada hasil perhitungan indeks keanekaragaman disetiap lokasi menunjukkan bahwa sungai Sebukhas termasuk kategori tercemar ringan.

Kata kunci : Keanekaragaman Makrozoobentos, Kualitas air Sungai Tanjung Setia

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ
فَارْغَبْ ﴿٨﴾

Artinya: 5. Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, 6. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. 7. Maka apabila kamu Telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, 8. Dan Hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan tulus ikhlas, maka penulis persembahkan karya ini kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayahanda Robiyan dan Ibunda yang senantiasa memberikan kasih sayang, motivasi dan tiada henti-hentinya mendoakanku dan menuntun langkahku serta mengajarkan kesabaran dan membimbing dalam banyak hal dalam hidup ini hingga menghantarkan penulis dalam tahap ini.
2. Kakakku tercinta, Rita Asmara, S.Pd dan kakak iparku Yusnan Haris, S.E, serta adikku tersayang Devi Rianti dan Jevin Arnando dan juga keponakan yang ku sayangi Risya Priscilia dan Airin Dui Arista, yang selalu memberikan doa dan semangat.
3. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Ratna juwita dilahirkan di Kenali kecamatan Belalau Lampung Barat provinsi Lampung pada tanggal 21 Mei 1995. Sebagai anak kedua dari empat bersaudara pasangan bapak Robiyan dan Ibu Arnih.

Penulis memulai jenjang pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Dharma Wanita Kenali Kecamatan Belalau Lampung Barat dan lulus pada tahun 2001, Setelah itu melanjutkan pendidikannya di Sekolah Dasar (SD) di SD 2 Kenali Kecamatan Belalau Lampung Barat lulus pada tahun 2007, setelah itu melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di (SMP) Negeri 1 Belalau dan lulus pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di (SMA) Negeri 1 Belalau Kabupaten Lampung Barat dan lulus pada tahun 2013.

Alhamdulillah segala puji hanya milik Allah SWT, pada tahun 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa di perguruan tinggi (UIN) Raden Intan Lampung dan memilih jurusan pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah. Selama menempuh pendidikan di UIN Raden Intan Lampung, penulis mengikuti Organisasi yakni Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Bapinda.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita. Shalawat dan salam senantiasa selalu terucapkan kepada Nabi Muhammad SAW. Berkat petunjuk dari Allah jualah akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana pendidikan (S.Pd) dalam ilmu Biologi.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. H. ChairulAnwar, M.pd, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah UIN Raden Intan Lampung.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M. Pd. Selaku ketua program studi pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Sekaligus pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Ibu Nurhaida Widiani, M. Biotech selaku pembimbing II yang telah memberikan waktu, motivasi dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan pada penulis selama di bangku Kuliah.
5. Keluargaku tercinta terutama Ibuku terimakasih banyak untuk motivasi dan dukungan serta doanya.
6. Rekan-rekan angkatan 2013 khususnya Biologi E, sahabat-sahabat terbaikku, Maya Astriani, S. Pd, dan Salviana, S. Pd, terimakasih atas semangat, do'a dan kebersamaanya.
7. Teman-teman yang ku sayangi karena Allah SWT yang telah ku anggap seperti saudara : Nella Pitriana, S.E, Nova Lena, S.Pd, Rohayu Selpiani, S.Pd, Neni Lestari, S.Pd, Maya Okta riyana, S.E, Winda Julianti, S.Pd, Rika Yilianti, S.Pd, Rahmat Saputra, S.Pd, Agus Pidarta, S.E, Maria Imelda,S.Pd, Mislili Nova Afika,S.Pd. Terima kasih untuk kebersaman kita selama ini, terimakasih untuk cinta, sayang, Canda tawa, nasihat, dan pelajaran hidup.
8. Teman-teman kosan : Milta Duwi Pisaba, S, Pd. Mira,S.Pd, Devita,S.Pd, Mega,S.Pd yang telah memberikan dukungan, canda, tawa dan keceriaan.
9. Teman-teman KKN UIN Raden Intan Lampung dan teman-teman PPL serta semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini baik langsung maupun tidak langsung.

Semoga semua kebaikan yang telah diberikan dengan ikhlas dicatat sebagai amal ibadah di sisi Alalah SWT, Amiin. Penulis menyadari penelitian ini masih banyak

kekurangan dalam penulisan ini, hal ini disebabkan masih terbatasnya ilmu dan teori penelitian yang penulis kuasai. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya, Amiin.

Bandar Lampung,
Penulis

Ratna Juwita
NPM. 1311060209

DAFTAR ISI

HALAMAN DEPAN	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatas Masalah	7
D. Perumusan Masalah	8
E. Tujuan dan Kegunaan	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Ekosistem Sungai	9
B. Makrozoobentos	13
1. Keberadaan Makrozoobentos	17
2. Komunitas Makrozoobentos	18
3. Cara makan Makrozoobentos	19
4. Klasifikasi Makrozoobentos Menurut Ukurannya	20
5. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator	24
6. Lokasi Sungai Tanjung Setia	39
7. Kerangka Pikir	42
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	44
B. Jenis Penelitian	44
C. Alat dan Bahan	44
D. Cara Kerja	45
1. Penentuan Titik Lokasi	45
2. Pengambilan Data Parameter Biologi, Kimia, dan Fisika	47
a. Parameter Biologi	47

b. Parameter Kimia.....	48
c. Parameter Fisika.....	50
3. Analisis Data	52
a. Indeks keanekaragaman	52
b. Kemelimpahan	53
c. Indeks Dominansi.....	54
4. Alur Penelitian	55

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian.....	57
1. Kualitas Fisika, Kimia, dan Biologi Perairan Sungai TanjungSetia.....	57
a. Kualitas Fisika	57
b. Kualitas Kimia.....	60
c. Kualitas Biologi	64
2. Hasil Analisis Data Makrozoobentos di Sungai Tanjung Setia.....	65
B. Pembahasan	68
3. Hubungan Komponen biotik dan abiotik terhadap kualitas perairan di sungai tanjung setia Kecamatan Belalau Lampung Barat	68
4. Konsep Ekosistem Dalam Pendidikan da Pengajaran	73

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	75
B. Saran	75
C. Penutup.....	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Sistematika yang merupakan bagian dari kelas Pelecypoda	22
Sistematika yang merupakan bagian dari kelas Crustacea.....	23
Sistematika yang merupakan bagian dari kelas Hirudinae	24
Makrozoobentos Indikator untuk Menilai Kualitas Air.....	27
Parameterfisika, kimiadanbiologi yang diukur.	52
Klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman jenis dan parameter fisika dan kimia.....	53
Data Parameter Fisikadan Kimia di Sungai TanjungSetia	56
Data parameter Biologi di Sungai Tanjung Setia.....	60
Indeks Keanekaragaman dan Kemelimpahan makrozoobentos di Sungai Tanjung Setia.	65
Jumlah Individu dan Spesies tiap ordo dan family makrozoobentos yang di dapat di tigalokasi pengambilan sampel.	67

DAFTAR GAMBAR

Kondisi sungai Tanjung Setia	41
Lokasi Penelitian.....	46
Lokasi daerah sungai Tanjung Setia yang dijadikan sampel	47

DAFTAR LAMPIRAN

Perhitungan kecepatan Arus.....	81
Perhitungan Perhitungan pH	82
Perhitungan Indeks Keanekaragaman Shnon-Whiner	83
Perhitungan kemelimpahan.....	85
Dokumentasi Makrozoobentos di Sungai Sebukhas	89
Lembar Kerja Siswa (LKS).....	91

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perairan yang banyak dipergunakan dalam aktivitas keseharian manusia, baik dalam kegiatan rumah tangga ataupun industri adalah sungai. Hal tersebut disebabkan karena sungai merupakan perairan yang mengalir dan dapat diakses manusia dengan mudah. Sungai merupakan perairan terbuka yang mengalir (*lotik*) yang mendapat masukan dari semua buangan berbagai kegiatan manusia di daerah pemukiman, pertanian dan industri di daerah sekitarnya¹.

Pemanfaatan sungai sebagai daerah pembuangan sisa aktivitas manusia menyebabkan sungai cepat mengalami pendangkalan dan menurunkan kualitas air di dalamnya. Jika beban masukan bahan-bahan terlarut tersebut melebihi kemampuan sungai untuk membersihkan diri sendiri (*self purification*), maka timbul permasalahan yang serius yaitu pencemaran perairan. Pencemaran air ini berpengaruh negatif terhadap kehidupan biota perairan dan kesehatan penduduk yang memanfaatkan air sungai tersebut. Kualitas air secara umum menunjukkan

¹ Nontji A. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan, Jakarta 1986, Hal 45

mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu².

Kehidupan di perairan dijumpai tidak hanya pada badan air tetapi juga pada dasar air yang padat. Di dasar air, jumlah kehidupan sangat terbatas, karena ketersediaan nutrisi juga terbatas. Oleh karena itu hewan yang hidup di air dalam, hanyalah hewan-hewan yang mampu hidup dengan jumlah dan jenis nutrisi terbatas, sekaligus bersifat toleran³

Komponen biotik dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisika, kimia, dan biologi dari suatu perairan.⁴ Salah satu biota yang dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam menentukan kondisi suatu perairan adalah makrozoobentos. Sebagai organisme yang hidup di perairan, makrozoobentos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya. Hal ini tergantung pada toleransinya terhadap perubahan lingkungan, sehingga organisme ini sering dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan. Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok terpenting dalam ekosistem perairan sehubungan dengan peranannya sebagai organisme kunci dalam jaring makanan.

² Akbar Tahir., *Ekotoksilogi dalam perspektif kesehatan ekosistem laut*, PT. Agro media Pustaka, Bandung, 2012, Hal. 21

³ Isnaeni, Wiwi Isnaini, *Fisiologi Hewan*, Kanisius, Yogyakarta. 2006. Hal 7

⁴ Odum, E.P. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta. 1994. Hal 15

Makrozoobentos dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas lingkungan atas dasar nilai kualitas hayati dan keanekaragaman hayati dan memiliki ciri-ciri sebagai berikut; (1). Harus memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan perairan dan responnya cepat; (2). Memiliki daur hidup yang kompleks sepanjang tahun atau lebih dan apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransinya biota tersebut akan mati; (3). Hidup sesil (bentik); dan (4). Tidak mudah dan cepat bermigrasi ⁵.

Makrozoobentos tersebut dapat dikuantifikasi dengan menentukan kekayaan spesies (jumlah jenis hewan yang tercuplik dalam sampel), kelimpahan (jumlah total individu dalam sampel), kelimpahan rata-rata (jumlah rata-rata satu jenis hewan terhadap jenis yang lainnya), dan keanekaragaman spesies (distribusi total individu setiap jenis pada sampel). Mudahnya kuantifikasi makrozoobentos tersebut menunjukkan bahwa makrozoobentos memenuhi syarat sebagai bioindikator selain terpenuhinya syarat-syarat yang lainnya (variasi genetik yang sedikit, mobilitas terbatas, dan mudah pengindentifikasian masing-masing jenis)

Adanya kelompok bentos yang hidup menetap (*sesile*) dan daya adaptasi bervariasi terhadap kondisi lingkungan, membuat makrozoobentos seringkali digunakan sebagai petunjuk bagi penilaian kualitas air. Selain itu tingkat

⁵ Wardhana, W.A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta. 1995. Hal 72

keanekaragamannya yang terdapat di lingkungan perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran⁶

Peranan makrozoobentos dalam perairan sangat penting sekali, terutama dalam struktur rantai makanan dan struktur rantai aliran energi, dimana dalam suatu kosistem sungai, makrozoobentos bertindak sebagai konsumen primer (*herbivor*) dan konsumen sekunder (*karnivor*), selanjutnya mereka akan dimakan oleh *top carnivor*. Kebanyakan tipe makannya *mikrofagus*, *makrofagus* dan *detritivor*. Sebagai makanannya antara lain: fitoplankton, alga, perifiton, makrofita, bakteri, senyawa organik di dalam lumpur, zooplankton, maupun sesama makrozoobentos. Demikian pentingnya peranan makrozoobentos dalam ekosistem, sehingga akan berpengaruh terhadap ekosistem.

Sebagaimana Allah berfirman dalam surat Al-A'raf/7: 56 :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik. (Al-A'raf/7:56)

⁶ Setyobudiandi, I. 1997. *Makrozoobentos*.. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 1997. Hal 67

Makna atau tafsir dari ayat diatas adalah ini dengan menyatakan bahwa menjaga lingkungan sama dengan menjaga agama, merusak lingkungan dan abai terhadap konservasi lingkungan sama dengan menodai kesucian agama serta meniadakan tujuan-tujuan syari'ah. Dengan kata lain berbuat dosa (seperti mencemari lingkungan, merusak hutan, dan apatis terhadap lingkungan) dapat dianggap sebagai penodaan atas sikap beragama yang benar. Meskipun secara spesifik tidak terdapat dalam al-qur'an atau hadits yang menunjukkan kata mencemari, merusak hutan, industrialisasi, dan lain-lain, tetapi jika semua itu merusak kemaslahatan maka hal itu dilarang.

Penelitian tentang Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Bernadeyha Yuswinda, Wibowo Nugroho dan ,Felivia Zahida (2011) dalam jurnal tentang “ Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos Sebagai Penentu Kualitas Air Sungai Mruwe Yogyakarta”, menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis makrozoobentos di sungai mruwe yang paling mendominasi adalah kelas gastropoda. Kualitas air sungai Mruwe Yogyakarta ditinjau dari factor fisika kimia menurut PP No 28 Th 2001 adalah tercemar ringan dan termasuk air golongan II.

Sungai Sebukhas Terletak di desa Bumi Agung kecamatan Belalau Kabupaten Lampung Barat yang masih satu aliran dengan desa Tanjung dan Takit. Menurut data geografis kelurahan desa Bumi Agung, Panjang sungai $\pm 3,5$ km dan

kedalaman ± 2 m. Aliran sungai ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat desa Bumi Agung yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 11.128 jiwa. Sungai ini sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari seperti mencuci pakaian bahkan terkadang sering digunakan untuk memandikan ternak sapi atau pun kerbau. Selain itu, sungai ini dimanfaatkan sebagai irigasi untuk mengalir Kesawah-sawah yang ada di sekitar sungai karena memang letak sungai ini sebagian besar masih dikelilingi oleh persawahan milik masyarakat sekitar.

Pada sungai Sebukhas yang dijadikan sebagai objek penelitian ini perlu adanya penelitian sedinimungkin sebagai data dasar untuk mengontrol kondisi perairan badan air sungai, terutama kondisi biota akuatikanya. Untuk pengambilan sampel hanya mengambil tiga daerah pengambilan sampel, yakni di daerah hulu berdekatan dengan desa Takit, daerah pemanfaatan dan juga daerah di sekitar jembatan sungai Sebukhas hampir masuk di Desa Tanjung yang masing-masing daerah terdiri dari 2 (dua) pengambilan titik sampel. Dengan mengambil tiga daerah pengambilan sampel dikarenakan pada sungai Sebukhas memiliki kondisi air yang berbeda dilihat dari warna air, kondisi pemanfaatan seperti pembuangan sampah pada lokasi jembatan.

Keadaan sungai Sebukhas yang sebagian terlihat kotor dan banyak sampah dan adanya aktifitas manusia di sekitar sungai menjadi latar belakang untuk menjadikan keberadaan hewan makrozoobentos yang ada di sungai Sebukhas sebagai objek penelitian dengan meneliti kualitas air yang ada disana.

Berdasarkan hal tersebut maka dianggap penting bagi peneliti untuk mengadakan penelitian tentang “KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SEBUKHAS DI DESA BUMI AGUNG KECAMATAN BELALAU KABUPATEN LAMPUNG BARAT “.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Adanya aktifitas masyarakat yang membuang sampah dialiran sungai dan pemandian ternak
2. Belum teridentifikasi keanekaragaman makrozoobentos di daerah aliran sungai Sebukhas.
3. Belum adanya upaya penelitian tentang kualitas air di sungai Sebukhas berdasarkan indicator biologi dan keanekaragaman makrozoobentos.

C. Pembatas Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian akan dilakukan di sungai Sebukhas Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat
2. Identifikasi keanekaragaman makrozoobentos dibatasi sampai pada tingkat family.

3. Parameter yang diukur adalah suhu air, kecepatan arus, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), pH, dan hewan makrozoobentos.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini ialah“ Bagaimanakah Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Sebukhas di desa Bumi Agung kecamatan Belalau Lampung Barat?”.

E. Tujuan dan Kegunaan

1. Tujuan Penelitian

Mengetahui keanekaragaman jenis makrozoobentos sebagai Bioindiator kualitas air sungai Sebukhas di desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat

2. Kegunaan Penelitian

Dengan penelitian ini penulis berharap penelitian ini berguna untuk:

- a. Memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat tentang kondisi kualitas sungai Sebukhas berdasarkan indicator biologi keanekaragaman makrozoobentos.
- b. Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman bagipenulis dan pembaca tentang ekosistem hewan di air tawar dan memahami jenis hewan makroskopis makrozoobentos sebagai indicator biologi kualitas air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ekosistem Sungai

Ekosistem perairan yang terdapat di daratan terbagi atas dua kelompok yaitu perairan *lentic* (tenang) dan perairan *lotic* (perairan berarus deras) (Payne, 1996). Perairan *lotik* dicirikan adanya arus yang terus menerus dengan kecepatan bervariasi sehingga perpindahan massa air berlangsung terus-menerus, contohnya antara lain : sungai, kali, kanal, parit, dan lain lain. Perairan menggenang disebut juga perairan tenang yaitu perairan dimana aliran air lambat atau bahkan tidak ada dan massa air terakumulasi dalam periode waktu yang lama. Arus tidak menjadi faktor pembatas utama bagi biota yang hidup didalamnya. Contoh perairan lentik antara lain : Waduk, danau, kolam, telaga, situ, belik, dan lain-lain¹⁰ (Odum, 1993).

Terdapat zona-zona primer sungai yang secara umum telah dikenal, diantaranya¹¹

¹⁰ Odum, EP. *Dasar-Dasar Ekologi. Edisi Ketiga* Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 1993. Hal 67

¹¹ Ngabekti, S. 2004. *Limnologi. Semarang*: Universitas Negeri Semarang. Semarang. Hal 101

1. Zona Litoral

Merupakan daerah pinggiran perairan yang masih bersentuhan dengan daratan. Pada daerah ini terjadi percampuran sempurna antara berbagai faktor fisiko kimiawi perairan. Organisme yang biasanya ditemukan antara lain: tumbuhan akuatik berakar atau mengapung, siput, kerang, crustacean, serangga, amfibi, ikan, perifiton dan lain-lain.

2. Zona Limnetik

Merupakan daerah kolam air yang terbentang antara zona litoral di satu sisi dan zona litoral disisi lain. Zona ini memiliki berbagai variasi secara fisik, kimiawi maupun kehidupan di dalamnya. Organisme yang hidup dan banyak ditemukan di daerah ini antara lain : ikan, udang, dan plankton

3. Zona Profundal

Merupakan daerah dasar perairan yang lebih dalam dan menerima sedikit cahaya matahari dibanding daerah litoral dan limnetik. Bagian ini dihuni oleh sedikit organisme terutama dari organisme bentik karnivor dan detrifor.

4. Zona Sublitoral

Merupakan daerah peralihan antara zona litoral dan zona profundal. Sebagai daerah peralihan zona ini dihuni oleh banyak jenis organisme bentik dan juga organisme temporal yang datang untuk mencari makan.

Berdasarkan besarnya intensitas cahaya matahari yang masuk, perairan dibagi menjadi 3 zona yaitu¹²

1. Zona Eufotik

Merupakan bagian perairan, dimana cahaya matahari masih dapat menembus wilayah tersebut. Daya tembus cahaya matahari ke dalam perairan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain : tingkat kekeruhan / turbiditas, intensitas cahaya matahari itu sendiri, densitas fitoplankton dan sudut datang cahaya matahari. Zona ini merupakan zona produktif dalam perairan dan dihuni oleh berbagai macam jenis biota di dalamnya. Merupakan wilayah yang paling luas pada ekosistem perairan daratan, dengan kedalaman yang bervariasi

2. Zona Afotik

Merupakan bagian perairan yang gelap gulita karena cahaya matahari tidak dapat menembus daerah ini. Di daerah tropis zona perairan tanpa cahaya hanya ditemui pada perairan yang sangat dalam atau perairan - perairan yang hipertrofik. Pada zona ini produsen primer bukan tumbuh-tumbuhan algae tetapi terdiri dari jenis-jenis bakteri seperti bakteri Sulfur. Tidak adanya tumbuh-tumbuhan sebagai produsen primer karena tidak adanya cahaya matahari yang masuk, menyebabkan daerah ini miskin oksigen

¹² Anonymous. 2012 . [Http://malangraya.web.id/air-brantas-tak-layak-konsumsi/](http://malangraya.web.id/air-brantas-tak-layak-konsumsi/) diakses tanggal 24-9-2017

(DO rendah). Kondisi tersebut berpengaruh terhadap biota yang hidup di zona ini. Biota yang hidup hanya karnifor ataupun detrifor

3. Zona mesofotik

Bagian perairan yang berada diantara zona fotik dan afotik atau dikenal sebagai daerah remang-remang. Sebagai daerah ekoton, daerah ini merupakan wilayah perburuan bagi organisme yang hidup di zona afotik dan juga organisme yang hidup di zona fotik.

Sungai dapat didefinisikan sebagai tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air, mulai dari mata air sampai muara, dengan dibatasi kanan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sepadan. Dipandang dari sudut hidrologi, sungai berperan sebagai jalur transportasi terhadap aliran permukaan yang mampu mengangkut berbagai jenis bahan dan zat. Sungai merupakan habitat bagi berbagai jenis organisme akuatik yang memberikan gambaran kualitas dan kuantitas dari hubungan ekologis yang terdapat didalamnya termasuk terhadap perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh aktifitas manusia¹³

Ekosistem sungai terdiri dari komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi membentuk satu kesatuan yang teratur dan tidak ada satu komponen pun yang dapat berdiri sendiri melainkan mempunyai keterkaitan dengan komponen lain langsung atau tidak langsung besar atau

¹³ Barus, T. A., 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. Medan: USU Press. Medan. 2004. Hal 123

kecil. Aktifitas suatu komponen selalu memberi pengaruh pada komponen ekosistem lain ¹⁴.

B. Makrozoobentos

Pada dasarnya yang dimaksud dengan biota akuatik adalah kelompok organisme, baik hewan atau tumbuhan yang sebagian atau seluruh hidupnya berada pada perairan. Kelompok organisme tersebut dapat bersifat bentik, perifitik, atau berenang bebas. Biota bentik umumnya hidup pada dasar perairan; perifitik hidup pada permukaan tumbuhan, tongkat, batu, atau substrat lain yang berada di dalam air. Biota bentik maupun perifitik umumnya mempunyai ukuran yang beragam, dari beberapa mikron sampai beberapa sentimeter, yang dimaksud dengan biota bentik maupun perifitik dalam kegunaannya sebagai bioindikator adalah kelompok hewan. Kelompok tersebut sebagian besar tergolong invertebrata ¹⁵

Menurut Odum (1993) Bentos adalah organisme yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan atau dapat diartikan sebagai organisme yang hidup di dasar perairan, baik sesil maupun motil. Contoh bentos antara lain adalah gastropoda, bivalvia, dan beberapa crustacea, serta

¹⁴ Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. UGM press. Yogyakarta. 2002. Hal 117

¹⁵ Wardhana, W. 2006. *Metoda Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik. Makalah Pelatihan Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. PPSML U. Jakarta. 2006. Hal 7

kelompok cacing, sedangkan Zoobentos adalah hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Hewan ini merupakan organisme kunci dalam jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai *predator, suspension feeder, detritivor* dan *parasit*¹⁶

Makrozoobentos merupakan organisme yang menempati substrat dasar perairan, baik di atas maupun di dalam sedimen dasar perairan. Makrozoobentos dapat tersaring dengan saringan No.30 US series. Kehidupan makrozoobentos dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi diantaranya produsen, sedangkan faktor abiotik berupa substrat dasar, kandungan kimia dan fisika air, serta kecepatan arus¹⁷

Menurut Nybakken (1988) kelompok organisme dominan yang menyusun makrofauna di dasar perairan terbagi dalam empat kelompok, yaitu Polychaeta, Crustacea, Echinodermata dan Mollusca.

Alqur'an menjelaskan bahwa Allah telah menciptakan binatang dan hewan dengan warna dan bentuk yang bermacam macam, seperti yang diuraikan dalam surah al-Fathir/35:28 :

¹⁶ Agung Dhamarsyakti, Op.Cit., hal. 97

¹⁷ Goldman, R.C. and A.J. Horne.. *Lymnology*. Mc Graw Hill International Book Company.1983

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ، كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾

Artinya “dan demikian (pula) di antara manusia, binatang-binatang melata dan binatang-binatang ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan jenisnya). Sesungguhnya yang takut kepada Allah di antara hamba-hambanya, hanyalah ulama[1258]. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagi Maha Pengampun”. (al-Fathir/35:28)

Menurut Qarni (2008), ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT juga telah menciptakan manusia beserta segenap makhluk yang melata di muka bumi ini dan menciptakan unta, sapi, dan kambing dengan warna yang berbeda-beda, ada yang berwarna putih, merah, hitam dan lain sebagainya, seperti perbedaan antara tanaman, buah-buahan dan pegunungan satu sama lainnya. Maha Suci Allah Yang Maha Pencipta

Hewan-hewan di bumi ini sangat bermacam-macam yang di dalamnya sangat berkaitan erat dengan lingkungan. Dalam surat al-An'am/6:38 dijelaskan

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَالُكُمْ ۚ مَا فَرَّطْنَا فِي الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ ﴿٣٨﴾

Artinya :”Dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat (juga) seperti kamu. Tiadalah kami alpakan sesuatupun dalam Al-Kitab[472], Kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan. (al-An'am/6:38)

Allah swt menyatakan bahwa Dia menguasai segala sesuatu, ilmu-Nya meliputi seluruh makhluk yang ada, Dialah yang mengatur alam semesta. Semua yang melata di permukaan bumi, semua yang terbang di udara, semua yang hidup di lautan, sejak dari yang kecil sampai yang besar, sejak dari yang nampak sampai kepada yang tidak nampak, hanya Dialah yang menciptakan, mengembangkan, mengatur dan memeliharanya. Bukanlah jenis manusia saja makhluk Allah yang hidup di dunia ini, banyak lagi macam dan ragam makhluk-makhluk lain, bahkan masih banyak yang belum diketahui oleh manusia. Semuanya itu tunduk dan menghambakan diri kepada Allah swt. mengikuti perintah-perintah-Nya dan menghentikan larangan-larangan-Nya. Binatang melata (dabbah) dalam ayat ini maksudnya ialah: segala makhluk yang diciptakan Allah swt, di bumi. Disebut "binatang melata di bumi" saja karena binatang melata di bumi itulah yang mudah dilihat dan diperhatikan oleh manusia (Depag, 2012).

Abdullah (2010) menyatakan bahwa dunia binatang memiliki hak-haknya sendiri sebagaimana hak yang dimiliki manusia, pemberian hak-hak tersebut dimaksudkan bukan saja sebagai bentuk perlindungan tetapi juga sebagai bentuk penjagaan terhdap keseimbangan mata rantai makanan yang harus dijaga kelestariannya agar tidak mengganggu ekosistem lingkungan.

Berdasarkan ayat diatas Allah telah menciptakan berbagai macam makhluk yang seharusnya saling melindungi alam ini, sebagai makhluk yang diciptakan

untuk hidup berdampingan maka seharusnya yang dilakukan oleh makhluk tersebut yaitu saling menjaga lingkungan, berbagai macam binatang tersebut yang harus dijaga keberadaannya sebagai penanda kesehatan lingkungan yaitu binatang air diantaranya Makrozoobentos yang berperan sebagai penanda atau bioindikator yang nantinya akan sangat membantu dalam menjaga kelestarian alam.

1. Keberadaan Makrozoobentos

Komunitas bentos adalah organisme yang hidup di dasar perairan. Berdasarkan keberadaannya di perairan, makrozoobentos digolongkan menjadi kelompok epifauna, yaitu hewan bentos yang hidup melekat pada permukaan dasar perairan, sedangkan makrozoobentos yang hidup didalam dasar perairan disebut infauna. Selanjutnya dinyatakan bahwa epifauna adalah yang hidup di atas dasar, sedangkan infauna hidup diantara partikel sedimen. Zoobentos dapat juga disebut sebagai hewan yang melekat atau beristirahat pada dasar atau hidup di dasar endapan. Hewan ini merupakan organisme kunci dalam jaring makanan karena dalam sistem perairan berfungsi sebagai predator, detritivor, dan parasit. Makrozoobentos ini merupakan salah satu kelompok penting dalam ekosistem perairan. Bentos merupakan organisme yang mendiami dasar perairan dan tinggal di dalam atau pada sedimen dasar perairan. Zoobentos ini juga merupakan hewan

yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik sesil, merayap maupun menggali lubang¹⁸

Tidak semua hewan dasar hidup selamanya sebagai bentos pada stadia lanjut dalam siklus hidupnya. Makrozoobentos yang mendiami daerah dasar misalnya, kelas polychaeta, echinodermata dan moluska mempunyai stadium larva yang seringkali ikut terambil pada saat melakukan pengambilan sampel. Keadaan substrat dasar merupakan faktor yang sangat menentukan komposisi makrozoobentos dalam suatu perairan. Struktur substrat dasar akan menentukan kelimpahan dan komposisi jenis hewan makrozoobentos¹⁹

2. Komunitas Makrozoobentos

Komunitas bentos dapat juga dibedakan berdasarkan pergerakannya, yaitu kelompok hewan bentos yang hidupnya menetap (*sesile*), dan hewan bentos yang hidupnya berpindah-pindah (*motile*). Hewan bentos yang hidup sesile sering kali digunakan sebagai indikator kondisi perairan²⁰

Distribusi bentos dalam ekonomi perairan alam mempunyai peranan penting dari segi aspek kualitatif dan kuantitatif. Untuk distribusi

¹⁸ Sinaga, T. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. *Tesis*. USU. Medan. 2009. Hal 20

¹⁹ Jati, W. N. 2003. Studi Komparasi Keanekaragaman Bentos di Waduk Sempor, Waduk Kedungombo dan Waduk Gajah Mungkur Jawa Tengah. *Skripsi*. Fakultas Biologi Universitas Atmaja. Yogyakarta. 2003. Hal 25

²⁰ Setyobudiandi, I.. *Makrozoobentos*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Bogor. 1997. Hal 45

kualitatif, keadaan jenis dasar berbeda terdapat aksi gelombang dan modifikasi lain yang membawa keanekaragaman fauna pada zona litoral. Zona litoral mendukung banyak jumlah keanekaragaman fauna yang lebih besar dari pada zona sublitoral dan profundal. Populasi litoral dan sublitoral, khususnya bentuk mikroskopik Terdapat banyak serangga dan molusca, dua kelompok ini biasanya sebanyak 70% atau lebih dari jumlah komponen spesies yang ada. Dengan peningkatan kedalaman yang melebihi zona litoral, jumlah spesies benthik biasanya berkurang dan substrat dasar lumpur sering digambarkan sebagai pendukung jumlah spesies

3. Cara Makan Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok penting dalam ekosistem perairan. Pada umumnya mereka hidup sebagai *suspension feeder*, pemakan detritus, karnivor atau sebagai pemakan plankton. Berdasarkan cara makannya, makrobentos dikelompokkan menjadi 2 yaitu: *Filter feeder*, yaitu zoobentos yang mengambil makanan dengan menyaring air; *Deposit feeder*, yaitu hewan bentos yang mengambil makanan dalam substrat dasar. Kelompok pemakan bahan tersuspensi (*filter feeder*) umumnya terdapat dominan di substrat berpasir misalnya moluska-bivalvia, beberapa jenis echinodermata dan crustacea. Sedangkan pemakan deposit banyak terdapat pada substrat berlumpur seperti jenis polychaeta

(Setyobudiandi, 1997). Sedangkan menurut Nybakken (1988) bahwa berdasarkan pola makannya, fauna bentos dibedakan menjadi tiga macam. Pertama, pemakan suspensi (*suspension feeder*) yang memperoleh makanannya dengan cara menyaring partikel-partikel melayang di perairan. Kedua, pemakan deposit (*deposit feeder*) yang mencari makanan pada sedimen dan mengasimilasikan bahan organik yang dapat dicerna dari sedimen. Ketiga, pemakan detritus (*detritus feeder*) yang hanya makan detritus.

4. Klasifikasi Makrozoobentos Menurut Ukurannya

Berdasarkan ukurannya, zoobentos dapat digolongkan ke dalam kelompok zoobentos mikroskopik atau mikrozoobentos dan zoobentos makroskopik yang disebut juga dengan makrozoobentos. Menurut Cummins (1975) Makrozoobentos dapat mencapai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 3–5 mm pada saat pertumbuhan maksimum. APHA (1992) dalam Yuliana (2007) menyatakan bahwa makrozoobentos dapat ditahan dengan saringan No. 30 Standar Amerika. Selanjutnya Slack et al. (1973) dalam Rosenberg and Resh (1993) menyatakan bahwa makrozoobentos merupakan organisme yang tertahan pada saringan yang berukuran besar dan sama dengan 200 sampai 500 mikrometer.

- a. Mikrobentos, Hewan yang memiliki ukuran lebih kecil dari 0,1 mm.
Contohnya : bakteri, diatom, ciliata, amoeba, dan flagellata.

- b. Meiobentos Merupakan bentos yang mempunyai ukuran antara 0,1 mm sampai 1,0 mm. Contohnya nematoda, cepepoda, dan foraminifera.
- c. Makrobentos Merupakan benthos yang memiliki ukuran lebih dari 1 mm (0.04 inch). Contohnya cacing, annelida, molusca, sponge, dan crustacea



Hewan makrobentos yang umumnya berada di air tawar terdiri dari beberapa hewan dalam filum Molisca, antropoda, Insecta, dan lain-lain. Menurut Rusyana, A (2011), hewan-hewan makrobentos tersebut memiliki karakteristik atau cirri-ciri sebagai berikut :

1. Kelas pelecypoda (Mollusca)

Secara umum kelas ini meliputi remis, tiram dan bangsa kepah lainnya. Hewan ini mempunyai kaki berbentuk pipih seperti kapak untuk membuat lubang. Cangkoknya terdiri atas dua bagian yang dihubungkan dengan semacam engsel. Di dalam cangkok terdapat tubuhnya. Insang atau *brankia* berupa lembaran-lembaran *lamel* dan mantelnya menempel pada cangkok. Di tepi cangkok, mantel secara terus-menerus membentuk bagian cangkok yang baru sehingga cangkok makin lama makin besar. Di dalam rongga mantel terdapat insang.²¹

²¹*Ibid*, hal. 100

Tabel 2.1 Sistematika yang merupakan bagian dari kelas Pelecypoda.²²

No	Ordo / Sub ordo	Famili	Contoh spesies
1	Ordo <i>eulamellibranchia</i> Hidup di air tawar atau di laut, inangnya berbentuk daun, memiliki siphon, berkaki besar. Ordo ini sebagian besar dari anggota pelecypoda	1) <i>Unionidae</i>	<i>Anodonata grandis</i>  Gambar a. <i>Branchiura sowerbyi</i>
2	Kelas Bivalvia Ordo <i>Lamellibranchia</i> Hewan ini berbentuk simetri bilateral yang terdiri dari dua cangkang. Bila dilihat dari luar, cangkangnya berwarna hijau kebiru-biruan atau kecoklat-coklat dengan bercak putih.	1) <i>Unionidae</i>	<i>Pilsbryconcha exilis</i>  Gambar b. <i>Branchiura sowerbyi</i>



2. Kelas Crustacea (Arthropoda)

Secara umum tubuh Crustacea terdiri atas dua bagian, yaitu kepala dada yang menyatu (sefalotoraks) dan perut atau badan belakang (abdomen). Bagian sefalotoraks dilindungi oleh kulit keras yang disebut karapas dan 5 pasang kaki yang terdiri dari 1 pasang kaki capit (kelipad) dan 4 pasang kaki jalan. Selain itu, di sefalotoraks juga terdapat sepasang antenna, rahang atas, dan rahang bawah. Kemudian pada bagian abdomen (perut) terdapat 5 pasang kaki renang dan dibagian ujungnya terdapat ekor.²³

²²*Ibid.* hal. 108

²³*Ibid.* hal. 142

Table 2.2 Sistematika yang merupakan bagian dari kelas Crustacea.²⁴

No	Ordi / Sub ordo	Famili	Contoh spesies
1	Ordo decapoda (berkaki sepuluh) memiliki 5 pasang anggota gerak pada segmen dada sebagai kaki.	1) <i>Sacculinidae</i>	<i>Sacculina</i> (kepiting)
	a. Sub ordo <i>Cirripedia</i> Umumnya melekat pada benda-benda perairan seperti bati, kayu, karang dan sebagainya.		 Gambar a.
	b. Sub Ordo <i>Amphipola</i> Ukuran tubuh spesies ini saat dewasa dapat mencapai 21 milimeter untuk yang jantan, sedangkan yang betina hanya mencapai ukuran 14 milimeter saja.	2) <i>Gammaridae</i>	<i>Gammarus sP</i>
			 (udang kecil) Gambar b.





3. Kelas Hirudinae (Annelida)

Hewan ini umumnya hidup di laut, sebagian juga ditemukan di sungai dan danau (air tawar) dan sebagian lainnya ditemukan di darat (terrestrial).

Hewan ini memiliki bentuk tubuh yang pipih, bernapas menggunakan permukaan tubuhnya. Pada ujung anterior terdapat mulut hisap yang dilengkapi 3 buah rahang. Ukuran tubuh pada kelas ini sebagian besar berukuran 5-10 cm.

²⁴*Ibid.* hal. 108

Table 2.3 Sistematika yang merupakan bagian dari kelas Hirudinae.²⁵

No	Ordo / Sub Ordo	Famili	Contoh spesies
1	a. Ordo Holoturoidea Hewan ini berbentuk pipih, tidak berambut, habitat air tawar, darat dan laut	1) <i>Hirudoaceae</i>	<i>Hirudo medicinalis</i> (lintah)  Gambar a. <i>Hirudo medicinalis</i>
	b. Ordo Polyhaeta Hidup di sungai dan danau (air tawar). Tubuhnya berwarna menarik, seperti uku kemerah-merahan. Ukuran tubuh 5-10 cm	2) <i>Neredae</i>	<i>Neries virens</i>  Gambar b.
	c. Ordo Oligochaeta Hewan ini hidup di air tawar, memiliki struktur tubuh memanjang dan rata-rata memiliki panjang kira-kira lebih dari 100 milimeter.	3) <i>Tubificidae</i>	<i>Lumbricus terrestris</i> (cacing tanah)  Gambar c. <i>Lumbricus terrestris</i>
			<i>Branchiura sowerbyi</i> (cacing sutra)  Gambar d. <i>Branchiura sowerbyi</i>

5. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator

Bioindikasi didefinisikan sebagai penggunaan suatu organisme baik sebagai bagian dari suatu individu atau suatu kelompok organisme untuk mendapatkan informasi terhadap kualitas seluruh atau sebagian

²⁵*Ibid.* hal. 80

lingkungannya. Sedangkan Bioindikator adalah organisme yang memberikan informasi tersebut²⁶

Hewan bentos hidup relatif menetap, sehingga baik digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan, karena selalu kontak dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan tersebut dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu, karena hewan bentos terus menerus terbawa oleh air yang kualitasnya berubah-ubah. Diantara zoobentos yang relatif mudah diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis-jenis yang termasuk dalam kelompok makro invertebrata. Kelompok ini lebih dikenal dengan makrozoobentos. Makrozoobentos berperan sebagai salah satu mata rantai penghubung dalam aliran energi dan siklus dari alga planktonik sampai konsumen tingkat tinggi²⁷ (Wardhana, 2006).

Makrozoobentos yang dapat digunakan sebagai tolak ukur kualitas lingkungan atas dasar nilai kualitas hayati dan keanekaragaman hayati hendaknya memiliki ciri-ciri sebagai berikut; (1). Harus memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan perairan dan responnya cepat; (2). Memiliki daur hidup yang kompleks sepanjang tahun atau lebih dan

²⁶ Hornby, D and G. L. Bateman.. Potensial use of plant root pathogens as bioindicators of soil health. In *Biological Indicators of Soil Health*. C. Pankhurst, B.M. Doube and V.V.S.R. Gupta (eds). UK: CABInternational.1997.Hal 70

²⁷ Wardhana, W.. *Metoda Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik. Makalah Pelatihan Penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. PPSML UI.Jakarta.2006.Hal 64

apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransinya biota tersebut akan mati; (3). Hidup sesil (bentik); dan (4). Tidak mudah dan cepat bermigrasi²⁸.

Kualitas perairan dapat dinilai berdasarkan tabel 5. dengan ketentuan sebagai berikut (Trihadiningrum dan Tjondronegoro, 1998):

1. Perairan akan tergolong tidak tercemar, jika dan hanya jika terdapat Trichoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossomatidae); Planaria, tanpa kehadiran jenis indikator yang terdapat pada kelas 2-6.
2. Perairan tergolong agak tercemar, tercemar ringan, tercemar, tercemar agak berat dan sangat tercemar, bila terdapat dalam kelompok kelas masing-masing.
3. Apabila makroinvertebrata terdiri atas campuran antara indikator dari kelas-kelas yang berlainan, maka berlaku ketentuan berikut;
 - a. Perairan dikategorikan sebagai agak tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 1 dan 2, atau dari kelas 1, 2 dan 3.
 - b. Perairan dikategorikan tercemar ringan apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 2 dan 3, atau dari kelas 2, 3 dan 4.
 - c. Perairan dikategorikan sebagai tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 3 dan 4, atau dari kelas 3, 4 dan 5.

²⁸ Ibid. Hal 65

- d. Perairan dikategorikan sebagai sangat tercemar apabila terdapat campuran organisme indikator dari kelas 4 dan 5.

Tabel 2.4 Makrozoobentos indikator untuk menilai kualitas air

Tingkat Cemar	Makrozoobentos Indikator
1. Tidak tercemar	Tricoptera (Sericosmatidae, Lepidosmatidae, Glossomatidae; Planaria
2. Tercemar ringan	Plecoptera (Perlidae, Peleodidae); Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Pseudocloeon, Ecdyonuridae, Caebidae); Trichoptera (Hydropschidae, Psychomyidae); Odonata (Gomphidae, Plarycnematidae, Agriidae, Aeshnidae); Coleoptera (Elminthidae)
3. Tercemar sedang	Mollusca (Pulmonata, Bivalvia); Crustacea (Gammaridae); Odonata (Libellulidae, Cordulidae
4. Tercemar	Hirudinae (Glossiphonidae, Hirudinae); Hemiptera
5. Tercemar agak berat	Oligochaeta (Ubificidae); Diptera (<i>Chironomus thummi-plumosus</i>); Syrphidae
6. Sangat tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos

Sumber: Trihadiningrum dan Tjondronegoro (1998) dalam Wardhana (2006)

Bentos dapat digunakan untuk melihat kualitas air pada suatu perairan, Bentos tidak bisa bergerak banyak sehingga mereka kurang mampu menghindari dari efek sedimen dan polutan lain yang mengurangi kualitas air. Oleh karena itu, bentos dapat memberikan informasi mengenai kualitas air sungai dan kualitas air danau. Siklus hidup mereka memungkinkan penelitian yang dilakukan oleh ahli ekologi akuatik untuk menentukan setiap penurunan kualitas lingkungan. Bentos merupakan grup yang sangat beragam, hewan air dan sejumlah besar spesies memiliki berbagai tanggapan terhadap stres seperti polutan organik,

sedimen, dan toxicants, Makrozoobentos banyak berumur panjang, yang memungkinkan deteksi peristiwa masa lalu seperti pencemaran tumpahan pestisida²⁹

Pengambilan sampel makrozoobentos sebagai sampel untuk memantau kualitas perairan hanya diambil dari sebagian kecil populasi yang ada. Untuk itu sampel yang dipilih haruslah memenuhi beberapa persyaratan sebagai berikut. (Wardhana, 2006) : (1). Sampel dalam populasi harus mempunyai peluang yang sama untuk dipilih; (2). Populasi harus berasal dari lingkungan yang stabil; (3). Perbandingan anggota populasi yang terdapat pada suatu habitat yang akan diambil sampelnya harus konstan; dan (4). Sampel jangan terlalu sedikit, terutama dalam kaitannya dengan ukuran besar populasi agar tidak menimbulkan kesalahan sebagai akibat pengaruh batas.

6. Peranan Makrozoobentos

Zoobentos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik yang sesil, merayap maupun menggali lubang. Zoobentos membantu mempercepat proses dekomposisi materi organik. Hewan bentos, terutama yang bersifat herbivor dan detritivor, dapat menghancurkan makrofit akuatik yang hidup maupun yang mati dan serasah yang masuk ke dalam perairan menjadi potongan-potongan yang

²⁹ Purnomo, K. Strukur dan Komunitas Makrozoobentos Dalam Kaitan Pemanfaatan Dampak Aktivitas Manusia di Daerah Sungai Cikau, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. *Tesis*. Tidak diterbitkan .Pascasarjana. IPB. Bogor.1989. Hal 102

lebih kecil, sehingga mempermudah mikroba untuk menguraikannya menjadi nutrisi bagi produsen perairan³⁰

Bentos berperan dalam proses rantai makanan, bentos merupakan bagian penting dari rantai makanan, terutama untuk ikan. Banyak invertebrata memakan alga dan bakteri, yang berada di ujung bawah rantai makanan, beberapa rusak dan makan daun dan bahan organik lainnya yang masuk air. Karena kelimpahan mereka dan posisi sebagai "perantara" dalam rantai makanan air, bentos memainkan peran penting dalam aliran alami energi dan nutrisi. bentos yang sudah mati akan membusuk dan kemudian meninggalkan nutrisi yang digunakan kembali oleh tanaman air dan hewan lainnya dalam rantai makanan. Berbagai jenis zoobentos ada yang berperan sebagai konsumen primer dan ada pula yang berperan sebagai konsumen sekunder atau konsumen yang menempati tempat yang lebih tinggi. Pada umumnya, zoobentos merupakan makanan alami bagi ikan-ikan pemakan di dasar (*bottom feeder*)

7. Faktor-faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Makrozoobentos

Sebagaimana kehidupan biota lainnya, penyebaran jenis dan populasi komunitas bentos ditentukan oleh sifat fisik, kimia dan biologi perairan. Sifat fisik perairan seperti pasang surut, kedalaman, kecepatan arus, kekeruhan atau kecerahan, substrat dasar dan suhu air. Sifat kimia antara

³⁰ Odum, Op.Cit.,hal 56

lain kandungan oksigen dan karbondioksida terlarut, pH, bahan organik, dan kandungan hara berpengaruh terhadap hewan bentos. Sifat-sifat fisika dan kimia air berpengaruh langsung maupun tidak langsung bagi kehidupan bentos. Perubahan kondisi fisika-kimia suatu perairan dapat menimbulkan akibat yang merugikan terhadap populasi bentos yang hidup di ekosistem perairan³¹

Faktor biologi perairan merupakan faktor penting bagi kelangsungan hidup masyarakat hewan bentos sehubungan dengan peranannya sebagai organisme kunci dalam jaring makanan, sehingga komposisi jenis hewan yang ada dalam suatu perairan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya :

a. Suhu

Suhu merupakan parameter fisik yang sangat mempengaruhi pola kehidupan organisme perairan seperti distribusi, komposisi, kelimpahan dan mortalitas. Suhu juga akan menyebabkan kenaikan metabolisme organisme perairan, sehingga kebutuhan oksigen terlarut menjadi meningkat (Nybaken, 1988). Peningkatan suhu perairan akan meningkatkan kecepatan metabolisme tubuh organisme yang hidup didalamnya, sehingga konsumsi oksigen menjadi lebih tinggi. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C, menyebabkan terjadinya peningkatan

³¹ Setyobudiandi, Op. Cit., hal 40

konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat³²

Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota air secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air, semakin rendah daya larut oksigen di dalam air, dan sebaliknya. Semakin tinggi daya larut oksigen maka suhu air semakin rendah. Pengaruh suhu secara tidak langsung terhadap lingkungan adalah mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air³³

Cahaya matahari merupakan sumber panas yang utama di perairan, karena cahaya matahari yang diserap oleh badan air akan menghasilkan panas di perairan. Di perairan yang dalam, penetrasi cahaya matahari tidak sampai ke dasar, karena itu suhu air di dasar perairan yang dalam lebih rendah dibandingkan dengan suhu air di dasar perairan dangkal. Suhu air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi aktifitas serta memacu atau menghambat perkembangbiakan organisme perairan³⁴

³² Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*.: Kanisius. Yogyakarta. 2003. Hal 79

³³ Gufran, M. H. Dan Baso, B. T. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budi Daya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta. 2007. Hal 104

³⁴ Ibid. Efend. Hal. 89

b. Substrat

Nybakken (1988) menjelaskan bahwa substrat dasar merupakan salah satu faktor ekologis utama yang mempengaruhi struktur komunitas makrozoobentos . Penyebaran makrozoobentos dapat dengan jelas berkorelasi dengan tipe substrat. Makrozoobentos yang mempunyai sifat penggali pemakan deposit cenderung melimpah pada sedimen lumpur dan sedimen lunak yang merupakan daerah yang mengandung bahan organik yang tinggi. Odum (1993) menyatakan bahwa substrat dasar atau tekstur tanah merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan organisme.

Penetrasi cahaya seringkali dihalangi oleh zat yang terlarut dalam air, membatasi zona fotosintesis dimana habitat akuatik dibatasi oleh kedalaman, kekeruhan, terutama disebabkan oleh lumpur dan partikel yang mengendap, mempunyai pengaruh terhadap jumlah dan jenis hewan bentos. Tipe substrat dasar ikut menentukan jumlah dan jenis hewan bentos disuatu perairan³⁵ . seringkali penting sebagai faktor pembatas. Kekeruhan dan kedalaman air

Macam dari substrat sangat penting dalam perkembangan komunitas hewan bentos. Pasir cenderung memudahkan untuk bergeser dan bergerak ke tempat lain. Substrat berupa lumpur biasanya mengandung

³⁵ Susanto, P. 2000. *Pengantar Ekologi Hewan.*: Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 2000. Hal 12

sedikit oksigen dan karena itu organisme yang hidup didalamnya harus dapat beradaptasi pada keadaan ini ³⁶.

Perubahan tekanan air ditempat-tempat yang berbeda kedalamannya sangat berpengaruh bagi kehidupan hewan yang hidup di dalam air. Perubahan tekanan di dalam air sehubungan dengan perubahan kedalaman adalah sangat besar. Faktor kedalaman berpengaruh terhadap hewan bentos pada jumlah jenis, jumlah individu, dan biomassa. Sedangkan faktor fisika yang lain adalah pasang surut perairan, hal ini berpengaruh pada pola penyebaran hewan bentos ³⁷

c. Kecerahan

Kecerahan perairan dipengaruhi langsung oleh partikel yang tersuspensi didalamnya, semakin kurang partikel yang tersuspensi maka kecerahan air akan semakin tinggi. Selanjutnya dijelaskan bahwa penetrasi cahaya semakin rendah, karena meningkatnya kedalaman, sehingga cahaya yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh tumbuhan air berkurang. Oleh karena itu, secara tidak langsung kedalaman akan mempengaruhi pertumbuhan fauna bentos yang hidup didalamnya. Disamping itu

³⁶ Ramli, D. 1989. *Ekologi*.: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.1989. Hal 72

³⁷ Ibid. Hal. 15

kedalaman suatu perairan akan membatasi kelarutan oksigen yang dibutuhkan untuk respirasi³⁸

Interaksi antara faktor kekeruhan perairan dengan kedalaman perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam perairan, sehingga berpengaruh langsung pada kecerahan, selanjutnya akan mempengaruhi kehidupan makrozoobentos

d. Derajat Keasaman pH

pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Odum, 1993). Effendi (2003) menambahkan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai kisaran pH sekitar 7 - 8,5. Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan yang dapat mempengaruhi kehidupan tumbuhan dan hewan air. pH tanah atau substrat akan mempengaruhi perkembangan dan aktivitas organisme lain.

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan

³⁸ Nyebakken, Op.Cit., hal. 78

bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa³⁹. Dalam penelitiannya Mahida (1993) menyatakan bahwa limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaaan air, sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman suatu perairan.

Nilai pH dapat mempengaruhi spesiasi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H_2S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah. Selain itu, pH juga mempengaruhi nilai BOD₅, fosfat, nitrogen dan nutrien lainnya, pengukuran pH adalah suatu pengukuran yang sangat penting, karena banyak reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tiap tingkatan pH ⁴⁰.

e. DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peran penting sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air⁴¹. Lebih lanjut dinyatakan bahwa daya larut oksigen dapat berkurang dengan meningkatnya suhu air dan salinitas. Secara ekologis, konsentrasi oksigen terlarut juga menurun dengan adanya penambahan

³⁹ Ibid. Hal. 66

⁴⁰ Mahida, U.N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Edisi Keempat*.: PT. Rajawali Grafindo. Jakarta. 1993. Hal. 89

⁴¹ Nyabakken, Op. Cit., Hal. 77

bahan organik, karena bahan organik tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang mengkonsumsi oksigen yang tersedia. Pada tingkatan jenis, masing-masing biota mempunyai respon yang berbeda terhadap penurunan oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang tinggi tidak menimbulkan pengaruh fisiologis bagi manusia. Ikan dan organisme akuatik lain membutuhkan oksigen terlarut dengan jumlah cukup banyak. Kebutuhan oksigen ini bervariasi antar organisme⁴²

Perubahan salinitas dan DO mempengaruhi kehidupan biota perairan, termasuk komunitas makrozoobentos. Oksigen terlarut sangat penting bagi pernafasan zoobentos dan organisme-organisme akuatik lainnya. Kelarutan oksigen dipengaruhi oleh faktor suhu, pada suhu tinggi kelarutan oksigen rendah dan pada suhu rendah kelarutan oksigen tinggi. Tiap-tiap spesies biota akuatik mempunyai kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap konsentrasi oksigen terlarut di suatu perairan. Spesies yang mempunyai kisaran toleransi lebar terhadap oksigen penyebarannya luas dan spesies yang mempunyai kisaran toleransi sempit hanya terdapat di tempat-tempat tertentu saja⁴³.

f. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisma dalam lingkungan air untuk mencacah (mandegradasi) bahan buangan

⁴² Yulianti. E. 2007. *Kimia Lingkungan*.: UIN Press. Malang.2007. Hal 30

⁴³ Ibid. Hal 31

organik yang ada dalam air menjadi karbondioksida dan air. Pada dasarnya, proses oksidasi bahan organik berlangsung cukup lama (Warlina, 2004). Pengukuran BOD merupakan salah satu pengukuran yang digunakan untuk menentukan kualitas suatu perairan. Nilai BOD dapat dinyatakan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam proses penguraian senyawa organik, biasanya pada suhu 20°C. Penentuan oksigen terlarut merupakan dasar utama dalam pengukuran BOD⁴⁴

Menurut Wardhana (2004) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah kebutuhan oksigen yang dibutuhkan oleh organisme dalam lingkungan air untuk menguraikan senyawa organik.⁴⁵ Proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme di dalam lingkungan air, merupakan proses alamiah yang mudah terjadi apabila air lingkungan mengandung oksigen yang cukup.

g. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi (Warlina, 2004). Dengan mengukur nilai COD akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi

⁴⁴ Mahida, Op.Cit., hal. 66

⁴⁵ Wisnu Wardhana, 2006, Metode Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik, Jakarta, Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan UI, hal.7

terhadap total senyawa organik baik yang mudah diuraikan secara biologis maupun terhadap yang sukar atau tidak bisa diuraikan secara biologis⁴⁶

Chemical Oxygen Demand erat kaitannya dengan BOD. Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologi secara cepat berdasarkan pengujian BOD, tetapi senyawa-senyawa organik itu tetap menurunkan kualitas air, karena itu perlu di ketahui konsentrasi organik dalam limbah dan setelah masuk dalam perairan. Untuk itulah tujuan diadakannya uji COD. Pengujian COD dilakukan dengan mengambil contoh dengan volume tertentu yang kemudian dipanaskan dengan larutan kalium dikromat dengan kepekatan tertentu yang jumlahnya sedikit di atas yang diperlukan. Dengan katalis asam sulfat di perlukan waktu dua jam, maka kebanyakan zat organik telah teroksidasi. Dengan penentuan jumlah kalium dikromat yang dipakai, COD contoh dapat dihitung

h. Nitrat(NO_3)

Nitrat dapat terbentuk karena tiga proses, yakni badai listrik, organisme pengikat nitrogen, dan bakteri yang menggunakan amoniak. Ketiganya tidak dibantu manusia. Tetapi jika manusia membuang kotoran dalam air, maka ketiga proses tersebut akan meningkat, karena kotoran

⁴⁶ Barus, T. A . *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. Medan: USU Press. Medan.2004. Hal. 44

mengandung banyak amoniak. Konsentrasi nitrat tinggi memungkinkan ada pencemaran dari lahan pertanian Kemungkinan lain penyebab nitrat konsentrasi tinggi ialah pembusukan sisa tanaman dan hewan, pembuangan industri dan kotoran hewan. Sumber nitrat sukar dilacak di sungai atau di danau. Karena merupakan nutrien, nitrat mempercepat tumbuh plankton⁴⁷ (Sastrawijaya, 1991).

i. Fosfat (PO₄)

Unsur Fosfor di perairan tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfor dan polifosfor) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Fosfor membentuk kompleks dengan ion besi dan kalsium pada kondisi aerob, bersifat tidak larut, dan mengendap pada sedimen sehingga tidak dapat dimanfaatkan oleh algae akuatik

C. Lokasi Sungai Sebukhas

Sungai Sebukhas yang terletak di desa Bumi Agung kecamatan belalau kabupaten lampung barat ini memang tidak memiliki data geografi secara tertulis atau yang dapat di akses melalui internet dari pihak kelurahan setempat namun berdasarkan penjelasan dari pengurus kelurahan dan beberapa masyarakat sungai ini merupakan sungai yang tergolong cukup panjang yang melewati beberapa desa yaitu desa Takit dan Tanjung, Dengan memiliki

⁴⁷ Sastrawijaya, A. T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta. Jakarta.2004.

panjang $\pm 3,5$ km dan kedalaman ± 2 m. Seperti yang dijelaskan sebelumnya pada pendahuluan sungai ini memiliki aktivitas masyarakat antara lain penambangan pasir di sekitar sungai sebagai perairan sawah-sawah masyarakat sekitar, pemandian hewan ternak seperti sapi, atau kerbau, dan juga terkadang pada saat musim kemarau digunakan sebagai tempat mencuci pakaian. Sungai ini mengalir beberapa desa di kecamatan ini, sehingga masyarakat sekitar memanfaatkan keberadaan sungai ini dari mulai hulu sampai dengan hilir sebagai kebutuhan.

Kondisi sungai Sebukhas ketika mengalir dari paling hulu sekitar dari daerah desa Takit bila tidak hujan, pada umumnya memiliki air yang cukup bening. Namun pada musim penghujan apalagi hujan yang cukup lama pada musimnya, badan air menjadi keruh dan bertambah kedalamannya. Pada kedalaman yang rendah pada musim kemarau semakin ke hilir diduga kualitas air akan semakin jelek. Keadaan sungai Sebukhas pada masa yang akan datang akan mendapat beban yang semakin bertambah berat karena bertambahnya beban sungai oleh aktivitas lain yang telah menunggu waktu operasionalnya pada beberapa tahun kedepan.

Kondisi sungai Sebukhas pada masing-masing daerah memiliki perbedaan seperti daerah hulu kondisi air masih tampak jernih dan belum terkontaminasi dengan berbagai hal yang membuat sungai tersebut tercemar, pada daerah yang di manfaatkan oleh masyarakat sekitar sudah mulai tampak kondisi air yang

keruh berwarna kecoklat sedangkan pada daerah jembatan sungai Sebukhas yang juga berdekatan dengan desa Tanjung sangat terlihat kondisi air yang sangat keruh dan terdapat pula sampah.

Seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 1. Tampak badan sungai yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Tampak pada daerah sungai yang masing dikelilingi dengan persawahan atau perkebunan kopi. Berdasarkan perkembangan beban sungai Sebukhas pada masa akan datang, maka perlu adanya penelitian sedinimungkin sebagai data dasar untuk mengontrol kondisi perairan badan air sungai, terutama kondisi biota akuatiknya. Kondisi biotik yang terpenting dalam studi ini adalah kondisi keanekaragaman, kelimpahan dan bagaimana mengetahui kualitas air Sungai Sebukhas pada saat ini sehingga akan menjadi tolak ukur pada waktu yang akan datang bilamana terjadinya kerusakan badan air atau pencemaran air sungai.



Gambar 1. Kondisi Sungai Sebukhas

Beberapa aktivitas yang ada di daerah sekitar sungai Sebukhas. Terdapat berbagai jenis ikan yang dapat dikonsumsi, seperti ikan sepat (*Trigogaster*

trichopterus), ikan gabus (*Channa striata*), ikan betook (*Anabas testudineus*) dan lain-lain. Sehingga sungai Sebukhas ini sering dimanfaatkan masyarakat sekitar untuk memancing dan kebutuhan lainnya.

Kerangka Pikir

Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan bagi kelangsungan hidup organisme dan berbagai usaha peningkatan kesejahteraan manusia seperti perikanan, perindustrian maupun rumah tangga. Adanya aktivitas warga yang memanfaatkan sungai sebagai tempat mencuci, mandi serta mencari ikan serta pembuangan sampah di aliran sungai dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang ada di lingkungan sekitarnya.

Sama halnya dengan sungai Sebukhas yang berada di desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat. Adanya beberapa kegiatan warga sekitar yang memanfaatkan sungai Sebukhas untuk mandi, mencuci dan membuang sampah dapat menurunkan kualitas perairan tersebut. Dampak dari kegiatan tersebut adalah organisme yang ada di aliran sungangi Sebukhas, seperti hewan makrozoobebtos yang populasinya di pengaruhi oleh kondisi fisika dan kimia. Adanya bahan kimia berupa sabun, detergen dan minyak yang masuk di aliran sungai dapat menurunkan keanekaragaman makrozoobentos oleh sebab itu, makrozoobentos dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam menentukan kualitas perairan.

Dalam penelitian ini pengambilan sampel dilakukan di sungai Sebukhas. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun dan pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari. Setelah sampel didapatkan maka selanjutnya diidentifikasi dan didokumentasikan. Kemudian data parameter biologi, fisika dan kimia dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Maka dapat ditentukan bahwa sungai Sebukhas termasuk kedalam kategori tercemar atau tidak.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di lokasi aliran sungai Sebukhas desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Kabupaten Lampung Barat. Pengambilan sampel air, pengukuran suhu dan pH dilakukan di sungai Sebukhas. Identifikasi bentos dilakukan di laboratorium Zoologi Universitas Lampung (UNILA), dan untuk analisis BOD, COD dan TSS dilakukan di Politeknik Negeri Lampung (POLINELA) pada bulan Juli 2017.

B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif yaitu membuat deskripsi obyektif tentang fenomena terbatas dan menentukan apakah fenomena dapat terkontrol melalui beberapa intervensi.

C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah mikroskop binokuler, thermometer, pipet tetes, botol sampel (botol kaca), pipa paralon dengan diameter 6 cm dan panjang 1,5

m, saringan dengan ukuran matasaring 1,0 x 1,0 mm, ayakan (mess), baki plastik, termos es, ember, gayung, lakban hitam, tali dan pinset.

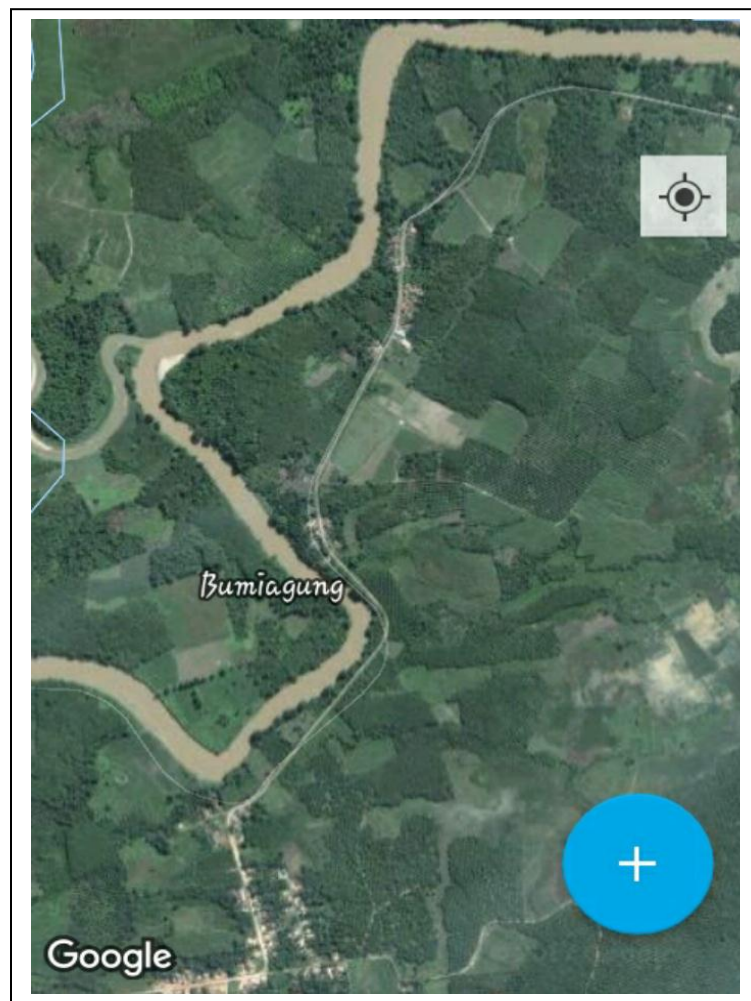
Bahan yang digunakan adalah, es batu, formalin 4% dan alkohol 70%.

D. Cara Kerja

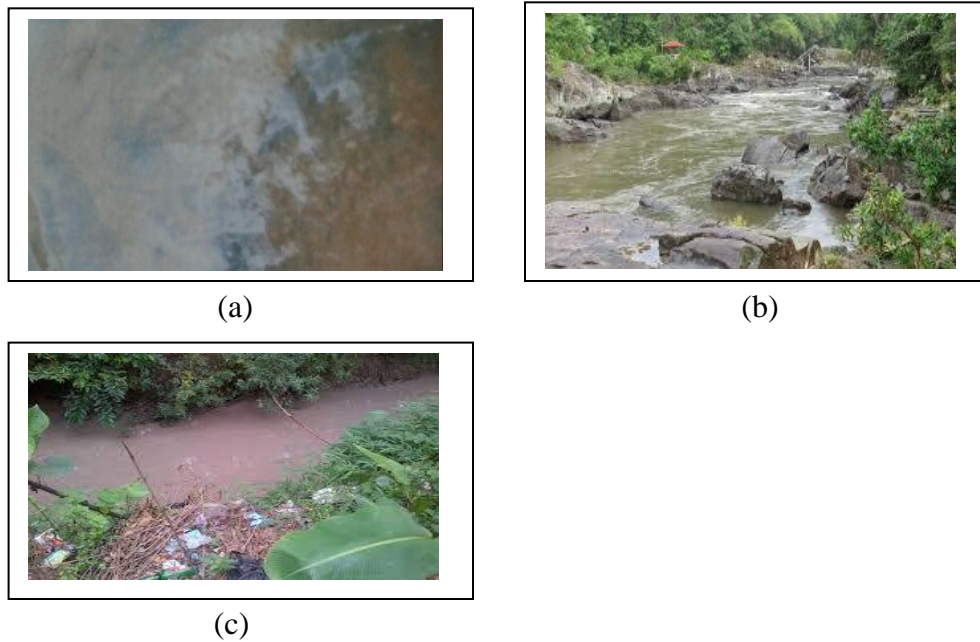
1. *Penentuan Titik Lokasi*

Lokasi pengambilan sampel dipilih dengan melihat pemanfaatan sungai dengan harapan dan hubungan antara faktor lingkungan dengan komunitas hewan makrozoobentos. Lokasi tersebut merupakan kawasan di sepanjang sungai Sebukhas dan mengambil 3 lokasi dan masing-masing dengan tingkat pemanfaatan yang berbeda-beda yaitu : (1) daerah A atau hulu sungai, yaitu lokasi dimana belum ada aktifitas masyarakat atau perlakuan, (2) daerah B, yaitu lokasi dimana air sungai dimanfaatkan untuk irigasi, pertanian, pemancingan dan lain-lain. (3) daerah C, yaitu lokasi yang digunakan untuk aktivitas masyarakat yaitu pembuangan sampah, pemandian ternak dan sebagainya. Lokasi ini dipilih untuk mengetahui hubungan antara pengaruh aktivitas tersebut dan kualitas air sungai. Masing-masing lokasi ditetapkan untuk pengambilan sampel makrozoobentos serta untuk kualitas air.

Pada Gambar 2. Merupakan denah lokasi dari Sungai Sebukhas yang menjadi tempat penelitian dan terdapat pula gambaran tentang 3 (tiga) daerah yang dijadikan lokasi pengambilan sampel.



A. Lokasi Penelitian



Gambar 3. Lokasi daerah sungai Sebukhas yang dijadikan sampel : (a).lokasi hulu sungai Sebukhas (b), lokasi daerah yang menjadi lokasi pemanfaatan masyarakat sekitar (c), jembatan sungai.

2. Pengambilan Data Parameter Biologi, Kimia, dan Fisika

a. Parameter Biologi

Pengambilan data biologi yaitu berupa keragaman makrozoobentos di sungai Sebukhas yang akan dilakukan di tiga titik yaitu daerah hulu, daerah pemanfaatan sungai dan daerah jembatan tempat pembuangan sampah dengan menggunakan paralon yang telah dimodifikasi. Pengambilan sampel dilakukan pada waktu surut terendah yakni pada pagi hari dengan alasan agar mempermudah dalam pengambilan sampel dan tidak terkendala dengan arus serta gelombang. Sampel hewan makrozoobentos diambil pada masing-masing lokasi dan titik-

titik dengan menggunakan pipa paralon dengan diameter 6 cm dan panjang 1,5 m. Sampel yang telah didapat selanjutnya disaring dengan saringan yang bermata saring 1,0 x 1,0 mm. Hasil penyaringan diberi larutan formalin 4 %. Makrobentos yang didapat dimasukkan ke dalam larutan alkohol 70 % dan dengan menggunakan mikroskop binokuler. Khusus untuk substrat, pengukuran dilakukan pada saat pengambilan sampel pertama.⁵²

b. Parameter Kimia

Parameter kimia yang akan diukur adalah *derajat keasaman* (pH), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

1) . Pengukuran derajat keasaman (pH)

Pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan kertas pH meter. Kertas pH dicelupkan ke air sungai dan dicocokkan pada table indikator hingga diketahui pH perairan tersebut dan dicatat.

2) Pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Pada pengukuran BOD dan TTS yang dilakukan ialah menyiapkan alat dan bahan seperti botol kaca, ember, gayung, termos, es batu dan lakban hitam. Setelah sampel air diambil dari dua titik

⁵²*Ibid*, hal. 24

lokasi pengambilan sampel (bagian tengah dan pinggir sungai) dengan menggunakan gayung, kemudian mencampurkannya dalam sebuah ember, lalu dimasukkan kedalam botol kaca sebanyak ± 100 ml, dan mengawetkannya dengan cara menutup rapat seluruh bagian botol dengan menggunakan lakban hitam lalu dimasukkan kedalam termos berisi es. Dan selanjutnya langsung di bawa menuju ke polinela untuk di analisis. Adapun tahapan pengujian BOD ialah, mengisi botol BOD dengan air sampel yang telah diencerkan dan simpan selama 5 hari, selanjutnya tambahkan larutan MnSO_4 sebanyak 2 ml lalu kocok, tambahkan larutan regan O_2 sebanyak 2 ml kocok dan diamkan selama 10 menit, tambahkan H_2SO_4 sebanyak 2 ml lalu kocok hingga tidak terdapat endapan dan diamkan selama 10 menit, ambil 50 ml larutan no 4 pindahkan ke tabung elemeyer dan tambahkan amilum sebanyak 3 tetes (perubahan cairan dari warna kuning menjadi biru), selanjutnya titrasi dengan menggunakan Tiyosulfat (catat hasil titrasi yang tadinya berwarna biru hingga menjadi warna sampel semula), dan selanjutnya perhitungan.

3) Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Pada pengukuran COD yang dilakukan ialah menyiapkan alat dan bahan seperti pada pengukuran BOD setelah selesai selanjutnya

dibawa ke Polinela untuk dianalisis. Adapun tahapan pengujian yang dilakukan ialah, yang pertama dilakukan membuat larutan pencerna dengan menambahkan 10,216 gr $K_2Cr_2O_7$ yang telah dikeringkan pada suhu $159^{\circ}C$ selama 2 jm selanjutnya masukkan kedalam 500 ml air suling dan tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 33,3 gr H_gSO_4 selanjutnya dinginkan dengan suhu ruangan encerkan sampai 1000 ml. Yang ke dua membuat larutan pereaksi dengan menambahkan serbuk Ag_2SO_4 teknis kedalam H_2SO_4 dengan perbandingan 10,12 gr Ag_2SO_4 untuk setiap 1000 ml H_2SO_4 pekat. Selanjutnya pengujian menggunakan Spektrofotometri, siapkan belangko dengan cara masukkan 1,5 ml air aquades kedalam botol uji, tambahkan larutan pencerna sebanyak 1,5 ml, tambahkan larutan pereaksi sebanyak 3,5 ml tutup dan kocok, masukkan kedalam mesin refluks.

c. Parameter Fisika

Parameter fisika yang diamati adalah suhu, kecepatan arus, dan *Total Suspended Solid* (TTS).

1. Pengukuran suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan alat thermometer. Alat tersebut dicelupkan kedalam air sungai dan di

diamkan sampai thermometer menunjukkan pada nilai yang konstan kemudian dicatat hasil pengukuran suhu.

2. Pengukuran kecepatan arus

Pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan menggunakan alat Stopwatch dengan menggunakan ranting kayu.

3. Pengukuran *Total Suspended Solid* (TTS)

Padatan tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk dari endapan sedimen yang paling awal dan TTS merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk pengukuran kualitas air. Pengukuran dilakukan di Polinela dengan tahapan yaitu: ambil kertas saring wokmen no 41 lalu open selama 10 menit dengan suhu 25°C , timbang kertas saring yang telah di open, saring sampel air sebanyak 500 ml – 1 liter, hasil saringan yang berupa kertas saring ditambah endapan diopen dengan suhu 105°C selama 3 jam, dan timbang hasil open.

Table 3.1 parameter fisika, kimia dan biologi yang diukur.

Parameter	Satuan	Alat	Metode	Pengukuran
Fisika				
Suhu air	°C	Thermometer	Pemuaian	Lokasisungai
Kecepatan arus	Cm/dtk	Stopwatch, ranting	Pembacaan visual	Lokasisungai
TSS	mg/l	Gravimetric	Gravimetric	Polinela
Kimia				
pH	-	pH meter	Potensiometrik	Lokasisungai
BOD	mg/l	DO meter	Potensiometrik	Polinela
COD	mg/l	DO meter	Potensiometrik	Polinela
Biologi				
Hewan makrobentos	Ind/m ³	Paralon	Sorting	Laboratorium

3. Analisis Data

a. Indeks keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman (H') menggunakan keadaan populasi organisme secara matematis agar mempermudah dalam menganalisis formasi jumlah individu masing-masing jenis pada suatu komunitas. Untuk itu dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan dari Shannon-Wiener, dengan rumus :

$$H' = -\sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

Dimana:

H' = Indeks keanekaragaman

Ni = Jumlah individu/spesies

N = Jumlah individu keseluruhan.

Pada Tabel 3.2 merupakan klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman jenis dan menurut Shonnon & Winer (H') dan faktor-faktor fisika-kimia

Table 3.2 Klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman jenis dan parameter fisika dan kimia.

Tingkat pencemaran	H'^*	DO (ppm)	BOD (ppm)	SS (pps)
Belum tercemar	$>2,0$	$>6,5$	$<3,0$	<20
Tercemar ringan	$2,0 - 1,6$	$4,5 - 6,5$	$3,0 - 4,9$	$20 - 49$
Tercemar ringan	$1,5 - 1,0$	$2,0 - 4,4$	$5,0 - 15$	$50 - 100$
Tercemar berat	$<1,0$	$<2,0$	$>1,5$	>100

Catatan : Basaran nilai H' akan sangt bergantung pada besaran bilangan dasar log Yang dipergunakan.⁵³

b. Kemelimpahan

Kemelimpahan adalah jumlah individu persatuan luas atau persatuan volume.⁵⁴ Kemelimpahan suatu makhluk hidup dipengaruhi oleh hubungan oleh semua faktor fisika dan kimia, tingkat sumberdaya alam yang dapat diperoleh dari daur hidup makhluk hidup. Kemudian untuk menghitung kemelimpahan dapat menggunakan Nilai Penting (NP) dengan rumusnya :

⁵³Wisnu Wardhana, 2006, *Metode Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik*, Jakarta, Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan UI, hal. 6

⁵⁴Anji Mirza Habibie, 2011, *Keanekaragaman dan Kemelimpahan Zooplankton Dirawa Desa Rantau Bujur Kecamatan Labuan Amas Utara Kabupaten Hulu Sungai Tengah*, Banjarmasin, Proposal Penelitian Pendidikan Biologi, STKIP PGRI Banjarmasin.

$$NP = FR + KR$$

Dimana :

Kerapatan Relatif (KR) = Kerapatan suatu spesies x 100% seluruh spesies

Frekuensi Relatif (FR) = Frekuensi suatu spesies x 100% jumlah frekuensi.⁵⁵

c. Indeks Dominansi

Indeks dominansi dihitung dengan menggunakan rumus indeks dominansi

dari Simpson :

$$D = \sum (ni/N)^2$$

Diman :

D = Indeks Dominansi simpson

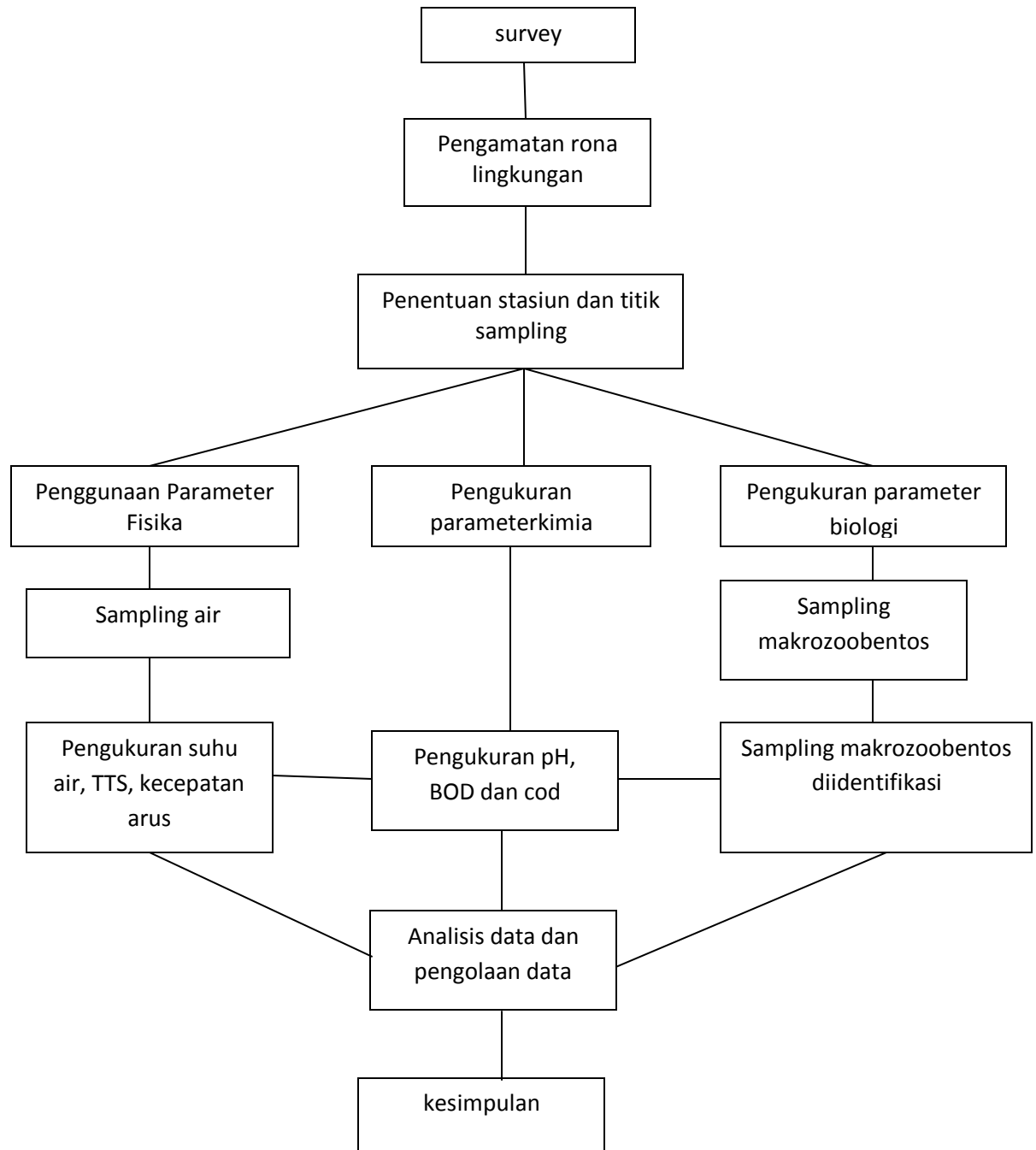
Ni = Jumlah Individu tiap spesies

N = Jumlah Individu seluruh spesies

Pada Indeks Dominansi tersebut bahwasanya katagori indeks dominansi (C) yakni : $0.00 < D \leq 0,50$ rendah, $0,50 \leq 0,75$ sedang dan $0,75 < D \leq 1,00$ tinggi.

⁵⁵Rafi'i Hamdi, 2011, *Keanekaragaman dan kelimpahan Insekta Diurnal di Hutan Lindung Loksado di Desa Haratai Kecamatan Laksado Kabupaten HuluSungai Tengah*, Banjarmasin, Proposal Penelitian Biologio, STKIP PGRI Banjarmasin.

4. Alur Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Kualitas Fisika, Kimia dan Biologi Perairan Sungai Sebukhas

a. Kualitas Fisika

Sungai Sebukhas Kecamatan Belalau Kabupaten Lampung Barat merupakan salah satu sungan yang berada dilampung barat yang teridentifikasi tercemar ekosistem perairan. Sungai Sebukhas merupakan sungai yang berupa pasir, lumpur, bebatuan dan kerikil. Berdasarkan parameter fisika yang akan diukur adalah suhu air, kecepatan arus dan TSS

Tabel 4.1 Data Parameter Fisika di Sungai Sebukhas

No	Parameter	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C	Buku Mutu*) (Nilai Optimum)
1	Suhu Air (°C)	24°C	24°C	25°C	20-30
2	Kecepatan Arus (m/s)	5,7	4,2	3,0	-
3	TTS (mg/l)	8,7	8,7	18	50

*) Sumbur Buku Mutu (nilai optimum): peraturan pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No.82 Th. 2001 kelas II tentang Pengelolaan Kualitas Air dan pengendalian pencemaran Air

Pada table 4.1 terdapat 3 (tiga) parameter fisika yang diukur di tiap lokasi sedangkan untuk lokasi A merupakan daerah hulu yang kondisi air masih jernih dan masih jarang penduduk serta belum banyak aktivitas disekitar sungai tersebut, lokasi B merupakan daerah pemanfaatan dimana di daerah ini sudah banyak penduduknya dan aktivitas masyarakat sudah ramai di daerah pinggiran sungai tersebut seperti penambangan pasir, pemandian ternak dan sebagainya dan pada lokasi C merupakan daerah jembatan Bumi Agung dimana pada lokasi tersebut terjadi penumpukan sampah serta kondisi airnya keruh

Parameter kualitas air di lokasi A, Lokasi B dan Lokasi C tidak berbeda jauh. Suhu merupakan faktor penentu dan pengendali pada biota akuatik. Pada dasarnya yang dimaksud dengan biota akuatik adalah kelompok organisme, baik hewan atau tumbuhan yang sebagian atau seluruh hidupnya berada pada perairan. Kelompok organisme tersebut dapat bersifat benthik, periphytic, atau berenang bebas. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada pertengahan bulan Juli Tahun 2017 yakni pada pukul 08 - 15 WIB dengan suhu air yang diperoleh yaitu lokasi A suhu air 24°C , lokasi B suhu Air 24°C dan lokasi C suhu air 25°C pada perairan sungai Sebukhas Kecamatan Belalau Kabupaten Lampung barat masih berada pada batas yang ditentukan dalam buku Mutu Air .

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No.82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kelas II, berdasarkan pengukuran suhu air yang dilakukan peneliti pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa perairan Sungai Sebukhas pada lokasi A dan lokasi B memiliki kualitas air yang cukup baik. Menurut Fardiaz di dalam jurnal Ma'rifatin Zahra, suhu merupakan salah satu indikator dalam menentukan kualitas air dikarenakan memiliki hubungan yang erat dengan jumlah oksigen terlarut dan kecepatan reaksi kimia.

Kecepatan arus pada 3 lokasi penelitian sangat bervariasi antara lokasi A, lokasi B dan lokasi C, untuk lokasi A kecepatan arusnya 5,7 m/s, lokasi B kecepatan arusnya 4,2 m/s dan untuk lokasi C kecepatan arusnya 3,0 m/s. Hal tersebut menunjukkan bahwa kecepatan arus untuk lokasi A lebih cepat dari lokasi B, sedangkan kecepatan arus untuk lokasi C lebih lambat dari kecepatan lokasi A dan Lokasi B hal tersebut menunjukkan bahwa di lokasi C daerah padat penduduknya sehingga pembuangan sampah oleh masyarakat dilakukan disungai dan terjadi penumpukan sampah yang menjadikan aliran sungai lambat. Dalam perhitungan kecepatan arus air sungai menggunakan alat sederhana yaitu dengan menggunakan ranting kayu diikatkan dengan tali nilon dan stopwatch, parameter kimia (pH) air

dalam menentukan indeks pencemaran.⁵⁵ Sedangkan nilai kisaran pH yang optimum bagi biota makrozoobentos berkisar antara 6,5-8, 5.⁵⁶

Pada hasil penelitian didapat nilai TSS di Sungai Sebukhas yakni 8,7-18 mg/l. Hal ini menunjukkan keadaan air untuk parameter TSS masih dalam keadaan baik. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut masih dibawah buku mutu untuk lingkungan yang berdasarkan peraturan pemerintah (PP) No. 82 tahun 2001 untuk nilai optimum adalah 50 mg/l. Nilai 18 mg/l pada lokasi C merupakan nilai terbesar dibandingkan dengan lokasi A dan Lokasi B. Nilai TSS pada daerah hilir sebanding dengan nilai COD yang tinggi. COD merupakan kebutuhan oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa-senyawa organik. Sedangkan TSS merupakan padatan tersuspensi, padatan tersuspensi dapat berupa senyawa organik sehingga dimungkinkan yang menyebabkan TSS tinggi adalah limbah hasil pemanfaatan oleh masyarakat. Nilai TSS yang semakin tinggi juga akan berakibat warna air yang keruh, seperti yang terjadi pada lokasi C dan berpengaruh pada kondisi air sekitar jembatan (lokasi C). Berdasarkan hasil penelitian pada lokasi C tanahnya berupa lumpur yang diakibatkan penumpukan sampah dan mempengaruhi keberadaan

⁵⁵Ajeng Tri Purnama, dkk, 2010. *Studi Komunitas Bentos Berdasarkan Keanekaragaman dan Indeks Similaritas di Waduk Canglik Boyolali*, Semarang. FMIPA Universitas Surakarta, Depok, hal.52

⁵⁶Akram Murizal, 2012, *Penilaian Kualitas Sungai Pesanggrahan dari Bagian Hulu (Bogor Jawa Barat) hingga bagian Hilir (Kembangan, DKI Jakarta) Berdasarkan Indeks Biotik*, Depok, UI, hal. 1

makrozoobentos disekitar jembatan. Menurut Saputra (2003) dalam jurnal Zahidin menyatakan bahwa timbunan sedimentasi berpengaruh terhadap keberadaan biota dimuara sungai Sebukhas. Pada lokasi C ini ditemukan individu dari kelas Gastropoda (Mollusca) dan diperoleh juga *Hirudo* sp dari kelas Annelida, jenis individu dari kelas Gastropoda (Mollusca) dan Annelida tersebut adalah salah satu takso atau kelas yang tergolong dari makrozoobentos yang hidup pada substrat lunak didalam lumpur.

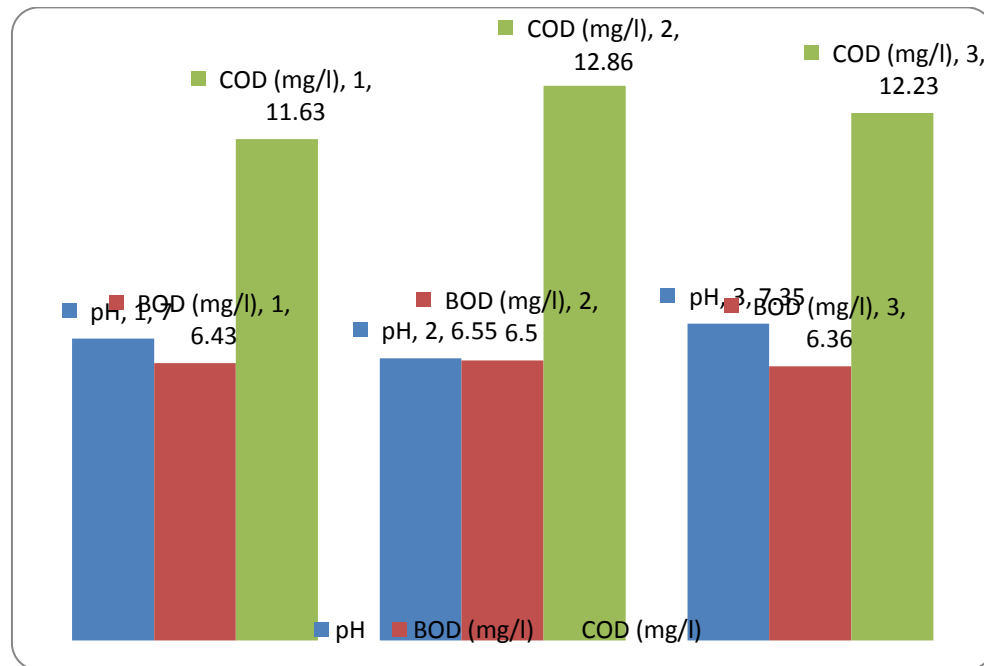
b. Kualitas Kimia

Pada pengukuran kualitas kimia di sungai Sebukhas parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini adalah pH, BOD dan COD seperti tabel 4.2 dibawah ini

Table 4.2 Data Parameter Kimia di Sungai Sebukhas

No	parameter	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C	Buku Mutu *) (Nilai Optimum)
1	pH	7	6,55	7,35	6-9
2	BOD ₅ (mg/l)	6,43	6,50	6,36	3
3	COD (mg/l)	11,63	12,86	12,23	25

*) Sumber Buku Mutu (nilai optimum): peraturan pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No.82 Th. 2001 kelas II tentang Pengelolaan Kualitas Air dan pengendalian pencemaran Air



Grafik 1. Parameter Kimia di Sungai Sebukhas Kabupaten Lampung Barat

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat hasil pengukuran pH air sungai Sebukhas memiliki kualitas air yang cukup baik sesuai dengan nilai optimum buku mutu lingkungan yaitu 6-9. Nilai kisaran pH yang optimum bagi makrozoobentos antara 6,5-8,5.⁵⁷ Sedangkan pada kisaran pH sungai Sebukhas memiliki nilai pH berkisaran (rata-rata) antara 6,55-7,35 nilai terendah terdapat pada pH di lokasi B yaitu di daerah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar yakni untuk penambangan pasir, irigasi dan lain-lain. Pada derajat keasaman (pH) nilai 7 menunjukkan kondisi netral.

⁵⁷ Akram Murizal, 2012, *Penelitian Kualitas Sungai Pesanggrahan dari Bagian Hulu (Bogor, Jawa Barat) hingga bagian hilir (Kembangan, DKI Jakarta) berdasarkan Indeks Biotik*, Depok, UI, hal.1

Nilai pH dibawah 7 menunjukkan kondisi bersifat asam dan nilai diatas 7 bersifat basa.⁵⁸ Dan ini menunjukkan bahwa pH pada ketiga lokasi ini tergolong netral.

Parameter kimia lainnya yang digunakan adalah BOD dan COD yang digunakan untuk pengukuran pencemaran air sungai Sebukhas Kecamatan Belalau Kabupaten Lampung Barat. BOD merupakan kebutuhan oksigen biologis untuk memecah bahan buangan di dalam air oleh mikroorganisme sedangkan COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Pengukuran BOD dan COD yang telah diambil sampelnya dilokasi sungai Sebukhas dan diuji di laboratorium analisis Politeknik Negeri Lampung (Polinela) yang menghasilkan BOD₅ (BOD yang menggunakan waktu 5 hari pengukuran) berkisara 6,43-6,36 mg/l dan pada pengukuran COD berkisaran antara 11,63-12,27 mg/l yang dapat dilihat pada grafik 1 diatas. Berdasarkan Buku Mutu Lingkungan nilai optimum BOD kelas II (kriteria mutu air buku untuk pembudidayaan air tawar, sarana dan prasarana rekreasi, mengairi pertanian, peternakan dan sebagainya)⁵⁹ adalah 3 mg/l, hal ini menunjukan nilai parameter BOD tergolong tercemar jika dilihat dari hasil analisis

⁵⁸ Zahidin, M. 2008. Kajian Kualitas Air di Muara Sungai Pekalongan ditinjau dari Indeks Keanekaragaman Makrobentos dan Indeks Saprobitas Planktin. Semarang. Universitas Diponogoro. Hal.96

⁵⁹ Program Alih Jenjang D4. 2009. *Teknologi Pengelolaan Kualitas Air*. Bandung. Institut Teknologi Bandung. Hal. 4

parameter BOD pada ketiga lokasi tersebut masuk dalam kriteria mutu air kelas III (kriteria mutu air untuk membudidayakan air tawar, mengairi pertanian, peternakan dan sebagainya)⁶⁰. Nilai yang diperoleh pada parameter COD dengan kisaran nilai 11.63,12.86 mg/l berada dibawah Buku Mutu yakni 25 mg/l sesuai dengan PP No. 82 tahun 2001 menunjukkan bahwa COD di sungai Sebukhas tergolong cukup baik sedangkan pada pengukuran BOD semakin rendah dikarenakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam menguraikan bahan organik lebih sedikit begitupun sebaliknya. Nilai BOD yang rendah menunjukkan jumlah oksigen dalam menstabilaskan bahan organik secara biologi tidak banyak dibutuhkan (lebih rendah)⁶¹ sedangkan pada pengukuran COD semakin kehilir semakin besar nilai COD nya dikarenakan jumlah oksigen yang dibutuhkan seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (secara kimia) semakin tinggi. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.⁶²

⁶⁰ *Ibid*, hal. 4

⁶¹ Mahida, U.N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Edisi Keempat.*: PT. Rajawali Grafindo. Jakarta..1993.Hal 89

⁶² Sri sumestrisntika. 2001. *Metode Penelitian Air*. Surabay.Usaha Nasional.Hal. 149

c. Kualitas Biologi

Hasil identifikasi dan analisis keberadaan makrozoobentos pada Sungai Sebukhas Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat, terdiri dari individu dari beberapa kelas makrozoobentos seperti tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4.3 data parameter Biologi di Sungai Sebukhas

No	Kelas	Ordo	Famili	Jenis spesies	Lokasi A	Lokasi B	Lokasi C
1	Arthropoda	Pulmonata	Achanitidae	<i>Cambarus sp.</i>	0	1	0
2	Annelida		Lymnatidae	<i>Lumbricus sp.</i>	4	3	3
3	Gastropoda	Decapoda	Amphipoda	<i>Lymnea sp.</i>	5	10	18
4	Arthropoda		Sacculinidae	<i>Gammarus sp.</i>	0	2	0
5	Annelida	Arhynchobdellae	Hirudinidae	<i>Hirudo sp.</i>	0	0	1
Total					9	16	22

Pada data tabel 4.3 diatas merupakan individu makrozoobentos yang terdapat pada sungai Sebukhas sedangkan untuk jumlah individu makrozoobentos terendah terdapat pada lokasi A dengan jumlah 9 individu makrozoobentos dan jumlah terbesar terdapat pada lokasi C dengan jumlah 22 individu makrozoobentos sedangkan komposisi hewan makrozoobentos yang banyak terdapat pada hewan *Lymnea sp* dari kelas Gastropoda diperairan sungai Sebukhas.

Kualitas air di tinjau dari parameter biologi didasarkan dengan jenis individu yang diperoleh dari tiga lokasi menunjukkan bahwa sungai Sebukhas tergolong kedalam sungai yang tercemar. Dari hasil individu yang didapat

ada dua jenis individu yang dapat dijadikan sebagai indikator perairan pada sungai Sebukhas tersebut tercemar atau tidak. Spesies tersebut adalah *Gammarus sp* dari kelas Arthropoda dan *Hirudo sp*. Seperti pada tabel 2.3 yang menunjukkan jenis hewan sebagai indikator pencemaran pada suatu perairan. Dan dari hasil yang didapat bahwasanya terdapat dua jenis hewan tersebut maka kondisi sungai Sebukhas termasuk kedalam golongan air yang tercemar sedang.

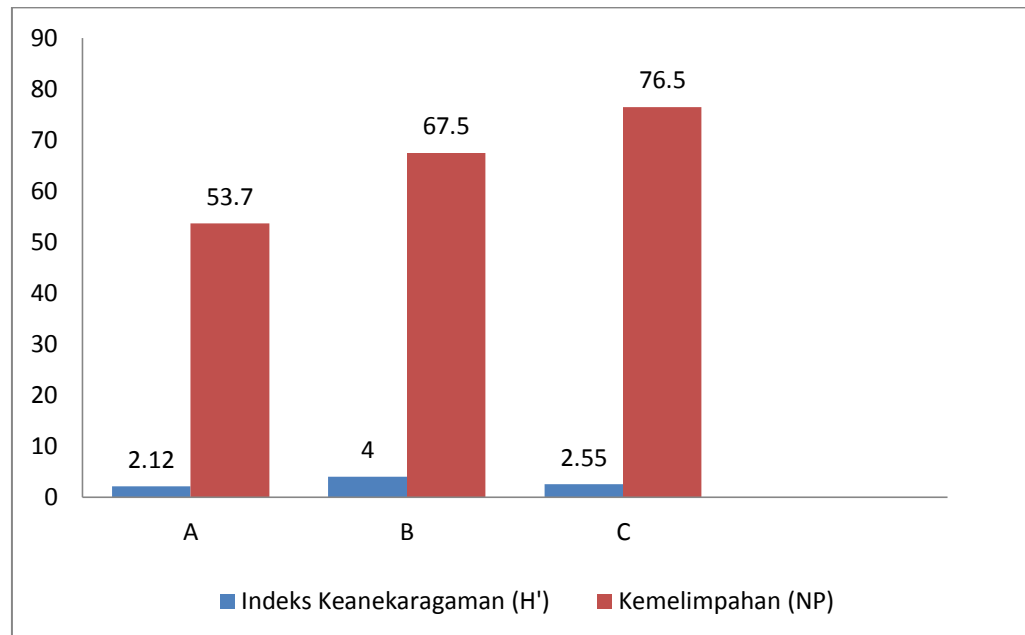
2. Hasil Analisis Data Markozoobentos di Sungai Sebukhas

Hasil perhitungan dan jumlah populasi masing-masing tiap individu di 3 lokasi tersebut berdasarkan indeks Keanekaragaman (H'), kemelimpahan dan Dominasi dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini :

Table 4.4 Indeks Keanekaragaman, Kemelimpahan, dan Indeks Dominansi makrozoobentos di Sungai Sebukhas.

No	Lokasi	Indeks Keanekaragaman (H')	Kemelimpahan (NP)	Indeks Dominansi
1	A	2,12	53,7	0,04
2	B	4	67,5	0,09
3	C	2,55	76,5	0,07

Indeks Keanekaragaman dan Kemelimpahan markozoobentos pada tabel diatas merupakan hasil perhitungan yang dilakukan peneliti seperti yang terlihat pada (lampiran 3) terlihat pada grafik 2 dibawah ini



Grafik 2. Indeks keanekaragaman dan Kemelimpahan

Nilai indeks keanekaragaman Shanow-Weiner pada grafik 2 diatas menunjukan angka tiap lokasi A sebesar 2,12, lokasi B 04 dan lokasi C 2,55 sedangkan indek keanekaragaman terendah terdapat pada lokasi A dan tertinggi pada lokasi C yang menunjukan bahwa keanekaragaman jenis markozoobentos di sungai Sebukhas berkategori Sedang dengan jumlah individu yang bervariasi namun tidak seragam berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman yang diperoleh dari masing-masing lokasi tersebut dapat dikatakan bahwa sungai Sebukhas tergolong belum tercemar, karena nilai yang diperoleh 2,12-04 ($>2,0$).

Sedangkan pada nilai kelimpahan pada tiga lokasi tersebut berbeda-beda pada lokasi A nilai Kelimpahan sebesar 53.7, lokasi B nilai kelimpahan

sebesar 67,5 dan lokasi C nilai kelimpahan sebesar 76,5. Sedangkan yang tertinggi terletak pada lokasi C hal tersebut dapat dilihat pada grafik 2.

Indeks dominansi dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut. Untuk hasil perhitungan indeks dominansi tersebut dilihat dari jumlah tiap individu dari tiap spesies yang diperoleh dari masing-masing lokasi

Tabel 4.5 Jumlah Individu dan Spesies tiap ordo dan family makrozoobentos yang di dapat di tiga lokasi pengambilan sampel.

No	Jenis spesies	Ordo	Famili	A		B		C	
				\sum Ind	\sum spe	\sum Ind	\sum spe	\sum Ind	\sum Spe
1	<i>Cambarus sp.</i>	pulmonata	Achanitidae	0	0	1	1	0	0
2	<i>Lumbricus sp.</i>		Lymnatidae	4	1	3	1	3	2
3	<i>Lymnea sp.</i>	Decapoda	Amphipoda	0	0	10	2	18	3
4	<i>Gammarus sp.</i>		Sacculinidae	5	2	2	1	0	0
5	<i>Hirudo sp.</i>	Arhynchobdelae	Hirudinidae	0	0	0	0	1	1
Total				9	3	16	5	22	6

Pada tabel di atas untuk mengetahui jumlah makrozoobentos yang mendominasi digunakan rumus indeks dominansi. Indeks Dominansi bertujuan untuk mengetahui apakah ada makrozoobentos atau makhluk hidup yang mendominasi di suatu wilayah atau habitat. Adapun hasil perhitungan indeks dominansi yang terdapat di sungai Sebukhas desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat adalah lokasi C diperoleh 0,07 dan lokasi B yakni 0,09 Sedangkan pada lokasi A yang memperoleh jumlah individu lebih rendah, nilai indeks dominansi yang di peroleh adalah 0,04. Berdasarkan tabel dan hasil perhitungan indeks dominansi tersebut, hal ini sesuai dengan rumus Simpson-

Weiner (1949) dalam Odum (1993) kategori indeks dominansi (D). kategori Indeks Dominansi yaitu : $0,00 < D \leq 0,05$ rendah, $0,50 < D \leq 0,75$ sedang, dan $0,75 < D \leq 100$ tinggi.⁶³

B. Pembahasan

1. Hubungan komponen biotik dan abiotik terhadap kualitas perairan

Saling kebergantungan tidak hanya terjadi antara komponen biotik. Saling kebergantungan juga terjadi antara komponen biotik dan abiotiknya. Keberadaan komponen abiotik dalam ekosistem sangat mempengaruhi komponen biotik. Misal : tumbuhan dapat hidup baik apabila lingkungan memberikan unsur-unsur yang dibutuhkan tumbuhan tersebut, contohnya air, udara, cahaya, dan garam-garam mineral. Begitu juga sebaliknya komponen biotik sangat mempengaruhi komponen abiotik yaitu tumbuhan yang ada di suatu daerah sangat mempengaruhi keberadaan air, sehingga mata air dapat bertahan, tanah menjadi subur.

Di dalam penelitian ini sangat terkait dengan adanya korelasi antara abiotik dan biotik yang ada di lokasi penelitian. Makrozoobentos merupakan komponen biotik dimana digunakan sebagai parameter biologi terhadap kualitas air di sungai Sebukhas sedangkan parameter fisika seperti : suhu, kecepatan arus, dan TSS dan parameter kimia seperti : pH, BOD, dan COD merupakan faktor yang mempengaruhi komponen biotik.

⁶³ Rusyana, Adum. 2011, *Zoologi Invertebrata*, Bandung, hal. 90

Pada masing-masing parameter tentunya memiliki kecenderungan yang mempengaruhi kehidupan makrozoobentos. Gambar tentang parameter fisika dan kimia dalam suatu perairan juga dapat menjelaskan bahwa apakah habitat dari biota tersebut dalam kondisi yang berbahaya atau tidak.⁶⁴ Berdasarkan hasil penelitian Sungai Sebukhas belum dikategorikan tercemar. “Namun, parameter fisika dan kimia tidak bisa memberikan informasi tentang kerusakan yang sebenarnya, sesuai dengan parameter yang diukur”.⁶⁵

Berdasarkan hasil jenis individu yang diperoleh bahwa pada suhu yang berkisar 24°C-25°C yakni menunjukkan bahwa adanya kelayakan untuk kehidupan organisme. Menurut jurnal Akmal Muhrijal interval suhu yang layak untuk kehidupan organisme perairan tawar antara 20-30°C.

Kecepatan arus bervariasi di setiap lokasi yakni dengan kisaran 5,7-3,0 m/s. Hasil yang diperoleh bahwa lokasi A jauh lebih cepat arusnya dibandingkan dengan lokasi B dan C. Sedangkan pada lokasi C kecepatan arus paling lambat. Hal tersebut menunjukkan adanya faktor yang mempengaruhi kehidupan atau keberadaan makrozoobentos. Seperti halnya pada lokasi C di Sungai Sebukhas semakin lambat laju air maka semakin tinggi jumlah keberadaan makrozoobentos di suatu lokasi. Dan sesuai pada lokasi A dan B yang memiliki

⁶⁴Murizal Akram. 2012. *Penelitian Kualitas Sungai Pesanggrahan dari bagian Hulu (Bogor, Jawa Barat) hingga bagian Hilir (Kembangan, DKI Jakarta) berdasarkan indeks biotik*. Depok FMIPA, Departemen Biologi. UI. Hal. 11

⁶⁵*Loc. Cit.*, hal. 11

kecepatan arus lebih cepat dibandingkan dengan lokasi C, dikarenakan jumlah individu yang diperoleh sama-sama rendah. Kecepatan arus akan mempengaruhi komposisi substrat dasar (sedimen) dan jumlah akan mempengaruhi aktifitas makrozoobentos yang ada⁶⁶. Dari pernyataan tersebut bahwasanya lokasi C yang memiliki kecepatan arus paling lambat menunjukkan adanya faktor yang menyebabkan laju air lambat yakni karena adanya timbunan sampah, kondisi tanah yang berlumpur dan sebagainya.

Nilai pH perairan merupakan salah satu parameter yang penting dalam pemantauan kualitas perairan. Organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam mentoleransi pH perairan. Kematian lebih sering diakibatkan karena pH rendah dari pada pH yang tinggi.⁶⁷ Makrozoobentos memiliki kisaran toleransi terhadap pH yang berbeda-beda, seperti gastropoda lebih banyak ditemukan pada perairan dengan pH diatas 7. Dalam kelompok Insekta, dengan kisaran pH diatas 8,5.⁶⁸ Dari pernyataan tersebut sesuai karena menunjukkan bahwa keberadaan organisme atau makrobentos di Sungai Sebukhas pada lokasi yang memiliki pH lebih tinggi yakni pada lokasi C yang memperoleh jenis individu lebih banyak. Hal ini sangat berpengaruh pula antara aktifitas di sekitar lokasi dengan keberadaan makrobentos. Di lokasi C yang memiliki nilai pH lebih besar dibandingkan dengan lokasi A dan B.

⁶⁶ Sri sumestri santika. 2001. *Metode Penelitian Air*. Suranaya. Usaha Nasional. Hal. 145

⁶⁷ *Ibid*, hal.16

⁶⁸ Ririn Andriani Silfiani. 2009. *Penentuan tingkat kesehatan sungai berdasarkan struktur komunitas makroinvertebrata di sungai Ciheudeng*, Kabupaten Bogor. Bogor. IPB. hal. 14

Lokasi yang memperoleh lebih besar jumlah makrozoobentos yakni pada lokasi C. Dimana pada lokasi C merupakan lokasi yang kondisi substrat dasar (sedimen) berlumpur, sehingga memungkinkan banyaknya jumlah individu yang diperoleh. Substrat dasar berupa batu-batu pipih dan batuan kerikil merupakan lingkungan yang baik bagi hewan makrozoobentos, sehingga mempunyai kepadatan dan keanekaragaman yang tinggi.⁶⁹ Dari hasil individu yang diperoleh, terhadap dua individu yang dijadikan sebagai indikator untuk menilai kualitas air. Pada lokasi B diperoleh *Gammarus sp.* Dari kelas Crustaciae dan pada lokasi C *Hirudo sp.* Dari kelas Annelida. Kedua hewan tersebut mampu bertahan hidup di daerah substrat yang berlumpur. Hal tersebut sesuai pula dengan kondisi TSS pada lokasi C dengan nilai tertinggi dibandingkan dengan lokasi A dan B. Nilai TSS pada daerah hilir yang semakin tinggi sebanding dengan nilai COD yang tinggi. Oleh sebab itu sesuai dengan kondisi lokasi C yang berlumpur dikarenakan nilai TSS sebanding dengan nilai COD.

Keberadaan hewan makrozoobentos yang dapat bertahan hidup di daerah hulu dan hilir sungai salah satunya adalah *Gammarus sp.*⁷⁰ Demikian pula pada *Hirudo sp.* Dari kelas Annelida, yang banyak ditemukan pada bagian tepi sungai yang berlumpur pada hewan ini termasuk kedalam salah satu hewan yang

⁶⁹*Ibid*, hal. 41

⁷⁰ M. Zahidin. 2008. *Op. Cit.* hal 96

menjadi indikator kualitas air pada tingkat tercemar dapat dilihat pada table 4.1. Dari faktor fisika dan kimia bahwa kelas Arthropoda memiliki adaptasi yang tinggi terhadap kondisi seperti di lokasi C. Kondisi habitat bagi *Gammarus sp.* yang memiliki toleransi yang tinggi terhadap faktor fisika dan kimia serta sesuai dengan habitat yang berlumpur dan kadar oksigen terlarut yang cocok dengan keberadaan hewan tersebut.⁷¹ Dengan ditemukannya *Gammarus sp* di lokasi B dan *Hirudo sp* memang menjadi penanda suatu daerah tercemar atau tidak. Namun, kedua spesies tersebut berdasarkan perhitungan indeks dominansi bukan menjadi spesies yang mendominasi. Oleh karena itu berdasarkan makrozoobentos, daerah Sungai Sebukhas belum dikategorikan tercemar. Berdasarkan keanekaragaman makrozoobentos yang dijadikan sebagai faktor biotik, dari hasil jumlah individu yang diperoleh tidak mendominasi maka daerah sungai Sebukhas tergolong belum tercemar. Sedangkan didasarkan pada faktor abiotik dengan mengukur parameter fisika dan kimia, Sungai Sebukhas belum tercemar. Oleh karena itu berdasarkan hubungan komponen biotik dan abiotik terhadap kualitas perairan maka sungai Sebukhas di Desa Bumi Agung Kecamatan Belalau Lampung Barat belum dikategorikan tercemar.

⁷¹Akram Muhrizal. 2012. *Op.Cit.* hal 42 dan 44

2. Konsep Ekosistem Dalam Pendidikan dan Pengajaran

Ekosistem merupakan salah satu materi biologi Kelas X semester genap. Dalam pelajaran di sekolah mata pelajaran biologi tidak akan lepas dari kegiatan eksperimen atau praktikum khususnya pada materi mengenai keanekaragaman ekosistem. Manfaat dari penelitian ini bagi dunia pendidikan yakni untuk menambah ilmu pengetahuan mengenai keanekaragaman makhluk makroskopis dan memberikan kesadaran kepada peserta didik untuk dapat menjaga lingkungan sekitar khususnya lingkungan perairan yang terdapat di wilayah mereka masing-masing. Dalam menyampaikan materi Ekosistem perlu ditambahkan sumber dan media pembelajaran supaya tidak ada kesan bahwa ekosistem merupakan pokok bahasan yang bersifat hafalan dan membosankan. Oleh karena itu hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sumber dan media belajar untuk peserta didik, agar peserta didik tidak mengalami kejenuhan saat belajar dan dapat meningkatkan pengetahuan serta pemahaman peserta didik. Peserta didik dibawa langsung ke lingkungan sekolah yang memang situasi sekolah tidak jauh dari daerah persawahan dan tempat jembatan dimana jembatan tersebut merupakan aliran dari sungai Sebukhas.

Dalam penelitian ini khususnya tentang jenis ekosistem dalam suatu lingkungan atau pengenalan mengenai keanekaragaman makrozoobentos dapat mengaktifkan proses belajar peserta didik karena keaktifan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran sangat tergantung dari pemanfaatan potensi yang

dimiliki oleh peserta didik itu sendiri. Dalam hal ini peserta didik akan diminta untuk mencari komponen dari biotik dan abiotik di sekitar sungai (deket sekolah) dan menghubungkannya dalam kehidupan. Keaktifan peserta didik dalam menjalani proses belajar mengajar merupakan salah satu kunci keberhasilan pencapaian tujuan pembelajaran. Kemampuan lain yang dalam pelaksanaan pembelajaran perlu dikuasai guru disamping pengelolaan kelas adalah menggunakan media dan sumber belajar.⁷²

Kemampuan menggunakan media dan sumber belajar yang sudah tersedia seperti media cetak, media audio, dan media audio visual. Tetapi kemampuan guru disini lebih ditekankan pada penggunaan objek nyata yang ada disekitar sekolahnya. Penggunaan objek nyata disini bisa memanfaatkan lingkungan sebagai media dan sumber belajar. Seperti pada materi komponen penyusun ekosistem dan hubungannya antara komponen biotik dan abiotik bisa menggunakan lingkungan yang dapat memperlihatkan hubungan antara makhluk hidup dan lingkungan mempunyai hubungan timbale balik yang tidak dapat dipisahkan.

⁷²Rusman. 2011. *Model-model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Pers. Hal. 77

BAB V

KESIMPULAN DAN PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti menyimpulkan bahwa Sungai Sebukhas dikategorikan belum tercemar berdasarkan komponen biotik dan abiotik. Pada faktor biotik, makrozoobentos yang digunakan sebagai parameter biologi diperoleh jenis individu yang bervariasi pada masing-masing lokasi. Terdapat individu penanda pencemaran yakni ditemukan *Gammarus sp* di lokasi B dan *Hirudo sp* ditemukan di lokasi C. Kedua jenis individu ini tidak melimpah dan tidak mendominasi, itu artinya belum tercemar hanya menunjukkan induksi menuju ke tercemar. Sedangkan pada faktor abiotik yang diukur ialah parameter fisika dan kimia bahwa Sungai Sebukhas tidak tercemar. Dari hal tersebut maka Sungai Sebukhas dikategorikan belum tercemar berdasarkan komponen biotik dan abiotik.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan sebagaimana diuraikan diatas, sebagai penutup skripsi ini penulis sampaikan saran sebagai berikut :

1. Perlu peran serta aktif dari pemerintah daerah kecamatan setempat bekerja sama dengan masyarakat yang bermukim di sepanjang sungai Tanjung Setia dalam melakukan pengawasan dan pemanfaatan sungai.
2. Khusus kepada guru biologi agar dapat memberikan atau menerapkan pelajaran diluar kelas kepada peserta didik agar mendapatkan wawasan yang lebih luas.
3. Kepada pihak sekolah agar dapat memenuhi fasilitas mendukung guna memperlancar pelajaran seperti alat-alat laboratorium dan buku-buku di perpustakaan yang dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat untuk menunjang peroses pembelajaran di kelas.
4. Kepada peneliti selanjutnya mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk refrensi dan pedoman untuk penulisan skripsi selanjutnya.

C. Penutup

Dengan mengucap syukur *Alhamdulillahirobil'alamin* kepada Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selanjutnya penulis berharap semoga dapat bermanfaat bagi kemajuan khususnya dalam pelajaran biologi. Dan ucapan terimakasih tak terkira untuk semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

**L
A
M
P
I
R
A
N**

Lampiran 1

Perhitungan Kecepatan arus pada data parameter fisika dan kimia

Rumus Kecepatan :

$$V = \frac{s}{t}$$

Keterangan :

V = Kecepatan (m/s)

s = jarak (m)

t = waktu (s)

Dengan dik :

Jarak (s) = 15 m dan waktu (t), dengan menggunakan alat yakni ranting dan tali diperoleh waktu sebagai berikut :

$t_A = 2$ menit 6 detik

= 2,6

$t_B = 3$ menit 4 detik

= 3,4

$t_C = 4$ menit 9 detik

= 4,9

Jadi, Kecepatan Arus untuk ketiga lokasi pengambilan sampel yaitu :

1. Lokasi A

$$V_A = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{15}{2,6} = 5,7 \text{ m/s}$$

2. Lokasi B

$$V_B = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{15}{3,4} = 4,2 \text{ m/s}$$

3. Lokasi C

$$V_C = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{15}{4,9} = 3,0 \text{ m/s}$$

Lampiran 2

Perhitungan pH pada data parameter fisika dan kimia**1. Lokasi A**

$$\text{pH tepi} = 7,0$$

$$\text{pH tengah} = 7,0$$

$$\text{jadi pH untuk lokasi A : } \frac{14}{2} = 7$$

2. Lokasi B

$$\text{pH tepi} = 6,6$$

$$\text{pH tengah} = 6,5$$

$$\text{jadi pH untuk lokasi B : } \frac{13,1}{2} = 6,55$$

3. Lokasi C

$$\text{pH tepi} = 7,9$$

$$\text{pH tengah} = 6,8$$

$$\text{jadi pH untuk lokasi C : } \frac{14,7}{2} = 7,35$$

Lampiran 3

Perhitungan Nilai Indeks Keanekaragaman Shanon-Weinner

	Kelas	Jenis individu	Nilai perhitungan
Lokasi A	Annelida	<i>Limbricus terrestris</i>	$H' = -\sum (4/9) \ln (4/9)$ $= -0,44 - 0,35$ $= -0,79$
	Gastropoda	<i>Lymnea javanica</i>	$H' = -\sum (5/9) \ln (5/9)$ $= -0,55 - 0,8$ $= -0,8$

	Kelas	Jenis individu	Nilai perhitungan
Lokasi B	Annelida	<i>Lumbricus terrestris</i>	$H' = -\sum (3/16) \ln (3/16)$ $= -0,18 - 0,72$ $= -0,9$
	Antropoda	<i>Cambarus virillis</i>	$H' = -\sum (1/16) \ln (1/16)$ $= -0,06 - 1,20$ $= -1,26$
	Gastropoda	<i>Lymnea javanica</i>	$H' = -\sum (10/16) \ln (10/16)$ $= -0,62 - 0,20$ $= -0,82$
	Antropoda	<i>Gammarus</i>	$H' = -\sum (2/16) \ln (2/16)$ $= -0,12 - 0,90$ $= -1,02$

Lokasi C	Kelas	Jenis Individu	Nilai Perhitungan
	Annelida	<i>Lumbricus terrestris</i>	$H' = -\sum (3/22) \ln (3/22)$ $= -0,13 - 0,86$ $= - 0,99$
	Gastropoda	<i>Lymnea javanica</i>	$H' = -\sum (18/22) \ln (18/22)$ $= -0,81 - 0,08$ $= - 0,18$
	Annelida	<i>Hirudo medicinalis</i>	$H' = -\sum (1/22) \ln (1/22)$ $= -0,04 - 1,34$ $= - 1,38$

Lampiran 4

Perhitungan Nilai Kemelimpahan

Dalam perhitungan Nilai kemelimpahan menggunakan rumus Nilai penting (NP)

$$NP = FR + KR$$

Dengan ketentuan

$$\checkmark \text{ Frekuensi (F)} = \frac{\text{jumlah titik yang ditempati suatu spesies}}{\text{jumlah seluruh titik}}$$

$$\checkmark \text{ Frekuensi Relatif} = \frac{\text{frekuensi satu spesies}}{\text{frekuensi seluruh spesies}}$$

$$\checkmark \text{ Kerapatan (K)} = \frac{\text{jumlah individu suatu spesies}}{\text{jumlah seluruh titik}}$$

$$\checkmark \text{ Kerapatan relatif (KR)} = \frac{\text{kerapatan suatu spesies}}{\text{kerapatan seluruh spesies}}$$

Perhitungan Nilai kemelimpahan Lokasi A

	Kelas	Jenis individu	Nilai perhitungan
Lokasi A	Annelida	<i>Limbricus terrestris</i>	K = 4/6 = 0,6 F = 1/6 = 0,16
	Gastropoda	<i>Lymnea javanica</i>	K = 5/6 = 0,8 F = 2/6 = 0,33

	Kelas	Jenis individu	Nilai perhitungan
Lokasi B	Annelida	<i>Lumbricus terrestris</i>	K = 3/6 = 0,5 F = 2/6 = 0,33
	Antropoda	<i>Cambarus virillis</i>	K = 1/6 = 0,16 F = 1/6 = 0,16
	Gastropoda	<i>Lymnea javanica</i>	K = 2/6 = 0,33 F = 1/6 = 0,16
	Antropoda	<i>Gammarus</i>	K = 1/6 = 0,16 F = 1/6 = 0,16

	Kelas	Jenis Individu	Nilai Perhitungan
Lokasi C	Annelida	<i>Lumbricus terrestris</i>	$K = 3/6 = 0,5$ $F = 1/6 = 0,16$
	Gastropoda	<i>Lymnea javanica</i>	$K = 18/6 = 0,3$ $F = 2/6 = 0,33$
	Annelida	<i>Hirudo medicinalis</i>	$K = 1/6 = 0,16$ $F = 1/6 = 0,16$

$$\begin{aligned}
 \checkmark \sum F \text{ Lokasi A} &= 0,32 \\
 \sum F \text{ Lokasi B} &= 0,18 \\
 \sum F \text{ Lokasi C} &= 0,65 \\
 \sum F (\text{Lokasi A,B dan C}) &= 1,78
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \checkmark \sum K \text{ Lokasi A} &= 0,76 \\
 \sum K \text{ Lokasi B} &= 0,15 \\
 \sum K \text{ Lokasi C} &= 0,96 \\
 \sum K (\text{Lokasi A,B,dan C}) &= 2,87
 \end{aligned}$$

$$KR \text{ Lokasi A} = \frac{0,32}{2,87} \times 100\% = 11,1$$

$$FR \text{ Lokasi A} = \frac{0,76}{1,78} \times 100\% = 42,6$$

$$KR \text{ Lokasi B} = \frac{0,18}{2,87} \times 100\% = 26,2$$

$$FR \text{ Lokasi B} = \frac{0,15}{1,78} \times 100\% = 41,6$$

$$KR \text{ Lokasi C} = \frac{0,65}{2,87} \times 100\% = 22,6$$

$$FR \text{ Lokasi C} = \frac{0,96}{1,78} \times 100\% = 53,9$$

- Kemelimpahan (NP) lokasi A adalah

$$\begin{aligned} NP &= FR + KR \\ &= 11,1 + 42,6 \\ &= 53,7 \end{aligned}$$

- Kemelimpahan (NP) Lokasi B adalah




$$\begin{aligned} NP &= FR + KR \\ &= 26,2 + 41,6 \\ &= 67,8 \end{aligned}$$



- Kemelimpahan (NP) Lokasi C adalah

$$\begin{aligned} NP &= FR + KR \\ &= 22,6 + 53,9 \\ &= 76,5 \end{aligned}$$

Lampiran 5

Data dan Dokumentasi Makrozoobentos di Sungai Tanjung Setia

N0	Kelas	Klasifikasi	Gambar
2	Annelida	Klasifikasi cacing tanah Kingdom : Animalia Phylum : Annelida Classis : Clitellata Ordo : Haplotaxida Famili : Lumbricidae Genus : Lumbricus Spesies : <i>Lumbricus sp.</i>	
		Klasifikasu udang air tawar Kingdom : Animalia Phylum : Molluca Classis : Antropoda Ordo : Decapoda Famili : Amphipoda Genus : Gammaridae Spesies : <i>Gammarus sp.</i> Klasifikasi Lintah Kingdom : Animalia Phylum : Annelida Classis : Clitellata Subclass : Hirudinea Ordo : Arhynchobdellae Famili : Hirudinidae Genus : Hirudo Spesies : <i>Hirudo sp.</i>	 

		Klasifikasi keong air tawar Kingdom : Animalia Phylum : Mollusca Classis : Gastropoda Ordo : Pulmonata Suborder : Basommatophora Famili : Lymnatiidae Genus : Lymnae Spesies : <i>Lymnae sp.</i>	
4	Antropoda	Klasifikasi kepiting Kingdom : Animalia Phylum : Mollusca Classis : Antropoda Ordo : Decapoda Famili : Sacculinidae Genus : Sacculinae Spesies : <i>Sacculinae sp.</i>	

Lembar kerja Siswa (LKS) Biologi
Praktikum Lapangan Kelas X SMAN 1 Belalau

1. Amati lingkungan sekitar sungai (dekat) sekolah dan kemudian hasil yang diperoleh tulis kedalam tabel.

Tujuan : mengamati komponen biotik dan abiotik disekitar lingkungan sekolah.

Cara kerja : a. Pergilah kehalaman sekitar sungai (deket sekolah)

b. Amati makhluk hidup dan tidak hidup yang ditemukan lalu tulis pengamatan tersebut kedalam tabel.

No	Benda yang ditemukan	jumlah	Biotik	Abiotik
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

2. Jelaskan pengertian ekosistem !
3. Isilah tabel dibawah ini kemudian berilah penjelasan mengenai hubungan benda tak hidup (abiotik) terhadap organisme (biotik) yang ditemukan di sekitar sungai !

Contoh :

No	Benda tak hidup (abiotik)	Parameter	Pengaruh terhadap biotik
1	Batu	Fisika	Mempengaruhi kecepatan arus, jumlah biota.
2	Kekeruhan	fisika	Mempengaruhi sedimen (substrat) / lumpur

No	Benda tak hidup (abiotik)	parameter	Pengaruh terhadap biotik
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

4. Sebutkan dan jelaskan komponen dari ekosistem !
5. Sebutkan contoh dari ekosistem buatan !

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng Tri Purnama, dkk, 2010. *Studi Komunitas Bentos Berdasarkan Keanekaragamandan Indeks Similaritas di Waduk Canglik Boyolali*, Semarang. FMIPA Universitas Surakarta, Depok
- Akram Murizal, 2012, *Penilaian Kualitas Sungai Pesanggrahandari Bagian Hulu (Bogor Jawa Barat) hinggabagian Hilir (Kembangan, DKI Jakarta) Berdasarkan Indeks Biotik*, Depok, UI
- Asra, Revis. 2009. Makrozoobentos sebagai indicator Biologidari Kualitas Air di Sungai Kumpeh dan Danau Arang-arang Kabupaten Muaro Jambi, Jambi. *Jurnal Biospecies, Vol 2 No. 1, Januari 2009*, Fakultas Pternakan Universitas Jambi.
- Departemen Agama RI. *Al-Alyy Al-Qur'an dan terjemahannya*. Bandung. CV Diponegoro,
- Dhamarsyakti, Agung, dkk, 2012. *Agen Pencemaran Laut*. Bogor. Institut Perairan Bogor Press.
- Febrita, Elya, dkk. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Sanpelan, Sogo dan Sail di Kota Pekan baru berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. Riau. *Jurnal Biogenesis Vol. 1(1): 15-20, 2004* Laboratorium Universitas Riau.
- Habibie, A. Mirza. 2011. *Keanekaragaman dan Kemelimpahan Zooplankton Dirawa Desa Rantau Bujur Kecamatan Labuan Amas Utara Kabupaten Hulu Sungai Tengah*. Banjarmasin. Proposal Penelitian Pendidikan Biologi. STKIP PGRI Banjarmasin.
- Hakiem, Rahman. 2012. *Indeks Perbandingan Sekuensi Keanekaragaman Bentos di ekosistem Perairan*. Makasar. Laboratorium Lingkungan Universitas Hasanudin.

Hamdi, Rafi'i. 2011. *Keanekaragaman dan Kemelimpahan Zooplankton Dirawa Desa Rantau Bujur Kecamatan Labuan Amas Utara Kabupaten Hulu Sungai Tengah*. Banjarmasin. Proposal Penelitian Pendidikan Biologi.STKIP PGRI Banjarmasin.

<http://thorik.staff.uui.ac.id/2009/08/23/hubungan-antara-total-suspended-solid-dengan-turbidity-dan-dissolved-oxygen/diaksespada> 14 agustus 2017

Murizal Akram. 2012.*Penelitian Kualitas Sungai Pesanggrahan dari bagian Hulu (Bogor, Jawa Barat) hingga bagian Hilir (Kembangan, DKI Jakarta) berdasarkan indeks biotik*. Depok FMIPA, Departemen Biologi. UI

Nuridin, Jabang, dkk. Diversitas bentos didanau atau kabupaten solok Sumatra Barat. Solok. *Jurnal Penelitian Sains STAINS Solok*.

Pratiwi, Nur, dkk. 2004, *Panduan Pengukuran Kualitas Air Sungai*, Bogor, Institut Pertanian Bogor Press.

Program Alih Jenjang D4. 2009. *Teknologi Pengelolaan Kualitas Air*. Bandung Institut Teknologi Bandung.

Purnama, A. Tri, dkk. 2010, *Studi Komunitas Bentos Berdasarkan Keanekaragaman dan Indeks Similaritas di Waduk Cengklik Boyolali*, Semarang. FMIPA universitas Surakarta.

Ririn Andriani Silfiani. 2009. *Penentuan tingkat kesehatan sungai berdasarkan struktur komunitas makroinvertebrata di sungai Ciheudeng, Kabupaten Bogor*. Bogor. IPB

Romimohtarto, Kasijan. 2010. *.Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Jakarta. Djambatan.

Rusman. 2011. *Model-model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: RajawaliPers

Rusyana, Adum. 2011, *Zoologi Invertebrata*, Bandung.Afabata.

Sri sumestrisantika. 2001. *Metode Penelitian Air*. Suranaya. Usaha Nasional

- Tahir, Akbar. 2012. Ekotoksilogi dalam perspektif Kesehatan Ekosistem Laut, Bandung. PT. Agro Media Pustaka.
- Wardhana ,Wisnu. 2006, *Metode Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen Biota Akuatik*, Jakarta. Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan UI.
- Wijayanti, M. Hanni. 2007. Kajian Kualitas di Pantai Pesisir Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrozoobentos, Semarang. Tesis Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Zahidin, M. 2008. *Kajian Kualitas Air di Muara Sungai Pekalongan ditinjau dari indeks Keanekaragaman Makrobentos dan Indeks Saprobitas plankton*. Semarang. Universitas Diponorogo